

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 3 区分  
 【発行日】平成 19 年 8 月 2 日 (2007.8.2)

【公表番号】特表 2003-503915 (P2003-503915A)  
 【公表日】平成 15 年 1 月 28 日 (2003.1.28)  
 【出願番号】特願 2001-506240 (P2001-506240)  
 【国際特許分類】

**H 0 3 M      7/36      (2006.01)**  
**H 0 4 L      1/00      (2006.01)**  
**H 0 4 N      7/26      (2006.01)**  
**G 1 0 L      19/00      (2006.01)**

【 F I 】

H 0 3 M      7/36  
 H 0 4 L      1/00      B  
 H 0 4 N      7/13      A  
 G 1 0 L      9/18      M

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 5 月 22 日 (2007.5.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】データ同期のための時間変化ランダム化及び間接的情報伝送

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データブロックを符号化する符号化方法において、

現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータとを用いて、該現在のデータブロックを変換するステップを有する符号化方法。

【請求項 2】

上記データは、2 次元静止画像、ホログラム画像、3 次元静止画像、映像、2 次元動画、3 次元動画、モノラル音声、N チャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 1 記載の符号化方法。

【請求項 3】

上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックは、前のデータブロック及び次のデータブロックからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 1 記載の符号化方法。

【請求項 4】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、上記現在のデータブロックを変換するステップは、該シード値を用いて実行されることを特徴とする請求項 1 記載の符号化方法。

【請求項 5】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、該シード値は変換値の生成に用いられ、

\_\_上記変換値が0ではない場合、上記シード値を2ビット左にシフトし、該シード値の右に上記変換値を連結して更新されたシード値を生成し、

\_\_上記変換値が0である場合、上記シード値を1ビット右にシフトして更新されたシード値を生成することを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項6】

a) 次のデータブロックを現在のデータブロックとするステップと、

b) 上記更新されたシード値を用いて、上記現在のデータブロックを変換し、該変換により、更新された変換値を生成するステップと、

c) 上記更新された変換値が0ではない場合、上記シード値を2ビット左にシフトし、該シード値の右に上記更新された変換値を連結して更新されたシード値を生成し、

\_\_上記更新された変換値が0である場合、上記シード値を1ビット右にシフトして新たな更新されたシード値を生成するステップと、

d) ステップa)、b)、c)を繰り返して実行し、上記データブロックを処理するステップとを有することを特徴とする請求項5記載の符号化方法。

【請求項7】

最初のデータブロック用のシード値を初期化するステップを更に有することを特徴とする請求項5記載の符号化方法。

【請求項8】

上記変換するステップは、

上記現在のデータブロックのデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータを用いてシード値を定めるステップと、

上記シード値を擬似乱数生成器に入力し、ランダム化されたデータシーケンスを生成するステップと、

上記現在のデータブロックを上記ランダム化されたデータシーケンスにより変換するステップとを有することを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項9】

上記変換するステップは、

上記現在のデータブロックのデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータに基づいて、変換パターンを生成するステップと、

上記変換パターンを上記現在のデータブロックのデータに適用するステップとを有することを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項10】

前の複数のデータブロックの選択され、変換されたデータを連結して変換値を生成し、該変換値を上記現在のデータブロックの変換に用いることを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項11】

上記現在のデータブロックのデータは、適応ダイナミックレンジ符号化により符号化され、上記選択されたデータは、Qビット値、動きフラグ、最小値、最大値、中間値及びQコードからなるグループから選択されることを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項12】

上記変換するステップは、

ビット毎の排他的論理和関数を用いて、上記現在のデータブロックをデータシーケンスに結合するステップを有することを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項13】

データブロックを符号化する符号化方法において、

\_\_現在のデータブロックの選択されたデータと少なくとも1つの前のデータブロックの選択されたデータとを用いて、該現在のデータブロックを変換するステップを有し、

\_\_上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記少なくとも1つの前のデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、該シード値は、ランダム化値の生成に用いられ、該ランダム化値は、上記現在のデータブロックのランダム化に用いら

れることを特徴とする符号化方法。

【請求項 14】

上記データは、2次元静止画像、ホログラム画像、3次元静止画像、映像、2次元動画像、3次元動画像、モノラル音声、Nチャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 13 記載の符号化方法。

【請求項 15】

上記ランダム化値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記ランダム化値を連結して更新されたシード値を生成し、  
上記ランダム化値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして更新されたシード値を生成することを特徴とする請求項 13 記載の符号化方法。

【請求項 16】

現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータとを用いて、該現在のデータブロックを逆変換するステップを有する復号方法。

【請求項 17】

上記逆変換するステップは、  
上記現在のデータブロックのデータが完全であるか否かを判定するステップと、  
上記データが完全である場合、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックを復号し、  
上記データが完全でない場合、上記現在のデータブロックの信頼度メトリックを算出するステップを有することを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 18】

上記算出するステップは、  
上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて、該現在のデータブロックの候補逆変換データを選択するステップと、  
上記候補逆変換データに基づいて、上記現在のデータブロックの信頼度メトリックを算出するステップとを更に備えることを特徴とする請求項 17 記載の復号方法。

【請求項 19】

上記選択するステップは、  
上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて、候補逆変換値の組を算出するステップと、  
上記候補逆変換値の組のそれぞれに基づいて、上記現在のデータブロックを逆変換することにより、逆変換データの組を生成するステップと、  
それぞれが上記逆変換データの組のうちの 1 つに対応する相関値の組を算出するステップと、  
上記相関値の組に基づいて、上記現在のデータブロックの候補逆変換データを選択するステップとを有することを特徴とする請求項 18 記載の復号方法。

【請求項 20】

上記信頼度メトリックが閾値未満である場合、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの代わりの逆変換データを選択し、  
上記現在のデータブロックの選択されたデータと、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの代わりの逆変換に選択されたデータとに基づいて、上記現在のデータブロックを再び逆変換し、  
上記信頼度メトリックが閾値以上である場合、候補逆変換データ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて上記現在のデータブロックを逆変換するステップを有することを特徴とする請求項 17 記載の復号方法。

【請求項 21】

上記現在のデータブロックの復号及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブ

ロックの復号を遅延させるステップを有することを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 22】

上記データは、2次元静止画像、ホログラム画像、3次元静止画像、映像、2次元動画像、3次元動画像、モノラル音声、Nチャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 23】

上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックは、前のデータブロック及び次のデータブロックからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 24】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、上記現在のデータブロックを逆変換するステップは、該シード値を用いて実行されることを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 25】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、該シード値は逆変換値の生成に用いられ、

\_\_\_上記逆変換値が0ではない場合、上記シード値を2ビット左にシフトし、該シード値の右に上記逆変換値を連結し、更新されたシード値を生成し、

\_\_\_上記逆変換値が0である場合、上記シード値を1ビット右にシフトして更新されたシード値を生成するステップを有することを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 26】

a) 次のデータブロックを現在のデータブロックとするステップと、

b) 上記更新されたシード値を用いて、上記現在のデータブロックを逆変換し、該逆変換により、更新された逆変換値を生成するステップと、

c) 上記更新された逆変換値が0ではない場合、上記シード値を2ビット左にシフトし、該シード値の右に上記更新された逆変換値を連結して更新されたシード値を生成し、

\_\_\_上記更新された逆変換値が0である場合、上記シード値を1ビット右にシフトして新たな更新されたシード値を生成するステップと、

d) ステップ a)、b)、c) を繰り返して実行し、上記データブロックを処理するステップとを有することを特徴とする請求項 25 記載の復号方法。

【請求項 27】

最初のデータブロックに対して上記シード値を初期化するステップを更に有することを特徴とする請求項 25 記載の復号方法。

【請求項 28】

上記逆変換するステップは、

上記現在のデータブロック及び上記時間的に隣接するデータブロックのデータを用いてシード値を定めるステップと、

上記シード値を擬似乱数生成器に入力し、変換されたデータシーケンスを生成するステップと、

上記現在のデータブロックを上記変換されたデータシーケンスにより逆変換するステップとを有することを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

【請求項 29】

上記逆変換するステップは、

上記現在のデータブロックのデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータに基づいて、変換パターンを生成するステップと、

上記変換パターンを上記現在のデータブロックのデータに適用するステップとを有することを特徴とする請求項 16 記載の復号方法。

## 【請求項 3 0】

複数の前のデータブロックの、選択され、変換されたデータを連結して逆変換値を生成し、該逆変換値を上記現在のデータブロックの逆変換に使用するステップを更に有することを特徴とする請求項 1 6 記載の復号方法。

## 【請求項 3 1】

上記現在のデータブロックのデータは、適応ダイナミックレンジ符号化により符号化され、上記選択されたデータは、Q ビット値、動きフラグ、最小値、最大値、中間値及び Q コードからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 1 6 記載の復号方法。

## 【請求項 3 2】

上記逆変換するステップは、  
\_\_ビット毎の排他的論理和関数を用いて、上記現在のデータブロックをデータシーケンスに結合するステップを有することを特徴とする請求項 1 6 記載の復号方法。

## 【請求項 3 3】

データブロックを復号する復号方法において、  
現在のデータブロックのデータ及び少なくとも 1 つの前のデータブロックのデータに基づいて、上記現在のデータブロックを逆ランダム化するステップを有し、該現在のデータブロックのデータ及び上記少なくとも 1 つの前のデータブロックのデータは、シード値を定めるために用いられ、該シード値は、逆ランダム化値を生成するために用いられ、該逆ランダム化値は、上記現在のデータブロックを逆ランダム化するために用いられることを特徴とする復号方法。

## 【請求項 3 4】

上記データは、2 次元静止画像、ホログラム画像、3 次元静止画像、映像、2 次元動画画像、3 次元動画画像、モノラル音声、N チャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 3 3 記載の復号方法。

## 【請求項 3 5】

上記逆ランダム化値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記逆ランダム化値を連結して更新されたシード値を生成し、  
\_\_上記逆ランダム化値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして更新されたシード値を生成することを特徴とする請求項 3 3 記載の復号方法。

## 【請求項 3 6】

コンピュータに、現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータとを用いて、該現在のデータブロックを変換するステップを実行させることによりデータブロックを符号化するためのプログラムを記録したコンピュータにより読取可能な媒体。

## 【請求項 3 7】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、該シード値は変換値の生成に用いられ、  
\_\_上記変換値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記変換値を連結して更新されたシード値を生成し、  
\_\_上記変換値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして更新されたシード値を生成することを特徴とする請求項 3 6 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

## 【請求項 3 8】

上記プログラムは、  
a) 次のデータブロックを現在のデータブロックとするステップと、  
b) 上記更新されたシード値を用いて、上記現在のデータブロックを変換し、該変換により更新された変換値を生成するステップと、  
c) 上記更新された変換値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記更新された変換値を連結して更新されたシード値を生成し、  
\_\_上記更新された変換値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして新たな

更新されたシード値を生成するステップと、

d) ステップ a)、b)、c) を繰り返して実行し、上記データブロックを処理するステップとを更に有することを特徴とする請求項 37 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 39】

コンピュータに、現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータとを用いて該現在のデータブロックを逆変換するステップを実行させることによりデータブロックを復号するためのプログラムを記録したコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 40】

上記逆変換するステップは、

上記現在のデータブロックのデータが完全か否かを判定し、

上記データが完全である場合、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックを復号し、

上記データが完全でない場合、上記現在のデータブロックの信頼度メトリックを算出するステップを有することを特徴とする請求項 39 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 41】

上記算出するステップは、

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて、該現在のデータブロックの候補逆変換データを選択するステップと、

上記候補変換データに基づいて、上記現在のデータブロックの信頼度メトリックを算出するステップとを更に有することを特徴とする請求項 40 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 42】

上記選択するステップは、

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて、候補逆変換値の組を算出するステップと、

上記候補逆変換値の組のそれぞれに基づいて、上記現在のデータブロックを逆変換することにより、逆変換データの組を生成するステップと、

それぞれが上記逆変換データの組のうちの 1 つに対応する相関値の組を算出するステップと、

上記相関値の組に基づいて、上記現在のデータブロックの上記候補逆変換データを選択するステップとを有することを特徴とする請求項 41 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 43】

上記信頼度メトリックが閾値未満である場合、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの代わりの逆変換データを選択し、上記現在のデータブロックの選択されたデータと、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの代わりの逆変換が選択されたデータとに基づいて、上記現在のデータブロックを再び逆変換し、

上記信頼度メトリックが閾値以上である場合、上記候補逆変換データ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて上記現在のデータブロックを逆変換することを特徴とする請求項 40 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

【請求項 44】

上記現在のデータブロックの復号及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの復号を遅延させることを特徴とする請求項 39 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

## 【請求項 4 5】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、該シード値は逆変換値の生成に用いられ、

\_\_\_上記逆変換値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記逆変換値を連結して更新されたシード値を生成し、

\_\_\_上記逆変換値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして更新されたシード値を生成することを特徴とする請求項 3 9 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

## 【請求項 4 6】

上記プログラムは、

a) 次のデータブロックを現在のデータブロックとするステップと、

b) 上記更新されたシード値を用いて上記現在のデータブロックを逆変換し、該逆変換により更新された逆変換値を生成するステップと、

c) 上記更新された逆変換値が 0 ではない場合、上記シード値を 2 ビット左にシフトし、該シード値の右に上記更新された逆変換値を連結して更新されたシード値を生成し、

\_\_\_上記更新された逆変換値が 0 である場合、上記シード値を 1 ビット右にシフトして新たな更新されたシード値を生成するステップと、

d) ステップ a)、b)、c) を繰り返して実行し、上記データブロックを処理するステップとを有することを特徴とする請求項 4 5 記載のコンピュータにより読取可能な媒体。

## 【請求項 4 7】

データブロックを符号化する符号化装置において、

\_\_\_現在のデータブロックのデータ及び時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックのデータに基づいて、変換パターンを生成する変換パターン生成手段と、

\_\_\_上記変換パターンに基づいて現在のデータブロックを変換する変換手段とを備える符号化装置。

## 【請求項 4 8】

データブロックを符号化する符号化装置において、

現在のデータブロックのデータ及び少なくとも 1 つの前のデータブロックのデータに基づいて、変換パターンを生成する変換パターン生成手段と、

上記変換パターンに基づいて上記現在のデータブロックを変換する変換手段とを備える符号化装置。

## 【請求項 4 9】

データブロックを復号する復号装置において、

現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの選択されたデータに基づいて、上記現在のデータブロックの逆変換パターンを生成する逆変換パターン生成手段と、

上記逆変換パターンに基づいて、上記現在のデータブロックを逆変換する逆変換手段とを備える復号装置。

## 【請求項 5 0】

上記逆変換手段は、上記現在のデータブロックのデータが完全であるか否かを判定する判定手段と、

上記データが完全である場合、上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックを復号する復号手段と、

上記データが完全でない場合、上記現在のデータブロックの信頼度メトリックを算出する算出手段とを更に備えることを特徴とする請求項 4 9 記載の復号装置。

## 【請求項 5 1】

上記現在のデータブロックの復号及び上記時間的に隣接する少なくとも 1 つのデータブロックの復号を遅延させる遅延手段を更に備えることを特徴とする請求項 4 9 記載の復号装置。

## 【請求項 5 2】

上記逆変換手段は、

上記現在のデータブロックのデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータに基づいて、変換パターンを生成する変換パターン生成手段と、

上記変換パターンを上記現在のデータブロックに適用する適用手段とを備えることを特徴とする請求項 4 9 記載の復号装置。

## 【請求項 5 3】

データブロックを符号化する符号化装置において、

現在のデータブロックのデータ及び時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータにより定義された変換値と、

上記変換値を受け取り、該変換値を変換するランダム化論理回路を備える符号化装置。

## 【請求項 5 4】

上記データは、2次元静止画像、ホログラム画像、3次元静止画像、映像、2次元動画画像、3次元動画画像、モノラル音声、Nチャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 5 5】

上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックは、前のデータブロック及び次のデータブロックからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 5 6】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、上記ランダム化論理回路は、該シード値を用いて上記現在のデータブロックを変換することを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 5 7】

上記現在のデータブロック及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックのデータにより定義されたシード値を備え、上記ランダム化論理回路は、該シード値を受け取りランダム化されたデータシーケンスを生成し、該ランダム化論理回路は、該ランダム化されたデータシーケンスを用いて、上記現在のデータブロックを変換することを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 5 8】

上記ランダム化論理回路は、

前の複数のデータブロックの選択され、変換されたデータを連結して変換値を生成する連結論理回路を備え、該変換値を上記現在のデータブロックの変換に使用することを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 5 9】

上記現在のデータブロックのデータは、適応ダイナミックレンジ符号化により符号化され、上記選択されたデータは、Qビット値、動きフラグ、最小値、最大値、中間値及びQコードからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 6 0】

上記ランダム化論理回路は、

少なくとも1つの特定用途向け集積回路、少なくとも1つの大規模集積回路コンポーネント、及び少なくとも1つのプロセッサコンポーネントからなるグループから選択されるハードウェアにより構成されていることを特徴とする請求項 5 3 記載の符号化装置。

## 【請求項 6 1】

データブロックを復号する復号装置において、

現在のデータブロックの選択されたデータ及び時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータにより定義された逆変換値と、

上記逆変換値を受け取り、該逆変換値を逆変換する逆ランダム化論理回路とを備える復号装置。



## 【請求項 6 2】

上記逆ランダム化論理回路は、上記現在のデータブロックの復号及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの復号を遅延させる遅延論理回路を更に備えることを特徴とする請求項 6 1 記載の復号装置。

## 【請求項 6 3】

上記データは、2次元静止画像、ホログラム画像、3次元静止画像、映像、2次元動画像、3次元動画像、モノラル音声、Nチャンネル音声からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 6 1 記載の復号装置。

## 【請求項 6 4】

上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックは、前のデータブロック及び次のデータブロックからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 6 1 記載の復号装置。

## 【請求項 6 5】

上記現在のデータブロックの選択されたデータ及び上記時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータは、シード値の生成に用いられ、上記逆ランダム化論理回路は、該シード値を用いて上記現在のデータブロックを逆変換することを特徴とする請求項 6 1 記載の復号装置。

## 【請求項 6 6】

上記逆ランダム化論理回路は、  
少なくとも1つの特定用途向け集積回路、少なくとも1つの大規模集積回路コンポーネント、及び少なくとも1つのプロセッサコンポーネントからなるグループから選択されるハードウェアにより構成されていることを特徴とする請求項 6 1 記載の復号装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明の背景技術

## 1. 本発明の技術分野

本発明は、信号の伝送中に生じるデータの欠落に対するロバストエラー回復 (robust error recovery) に関する。詳しくは、本発明は、ロバストエラー回復を実現するための、データの時間変化ランダム化 (time-varying randomization) に関する。

## 【0002】

## 2. 技術背景

信号の伝送又は記録において生じるランダムエラーのために欠落したデータを再構成するための様々な技術が提案されている。しかしながら、これらの提案されている技術は、連続するパケットデータの欠落を取り扱うものではない。連続するパケットデータの欠落は、当分野においては、バーストエラーと呼ばれている。バーストエラーが発生すると、再生される信号には、ユーザが容易に認識できるほどの明らかな劣化が生じる。さらに、高速通信を実現するための圧縮技術は、バーストエラーが信号に与える影響を大きくし、このため、再生された信号の劣化の度合いを大きくする。伝送され及び/又は記録された信号に影響を与えるバーストエラーは、例えば高精細度テレビジョン (high definition television: 以下、HDTV という。) 信号、移動通信アプリケーション、ビデオディスク及びビデオカセットレコーダを含むビデオ記録技術等において観察される。

## 【0003】

例えば、HDTV の出現により、全国テレビジョン方式委員会 (National Television System Committee: NTSC) により提唱されている現在の標準より高い解像度を有するテレビジョンシステムが登場した。提案されている HDTV 信号は、主にデジタル信号である。これに応じて、カラーテレビジョン信号をデジタル信号に変換するには、8ビットを使用して輝度信号及び色差信号をデジタル化するのが一般的である。NTSC カラーテレビジョン信号をデジタル的に伝送するには、計算上、約 216 Mビット/秒のビットレートが必要となる。HDTV の場合は、これより更に高い、約 1200 Mビット/秒の伝送レートが必要となる。このような高い伝送レートは、現在の無線標準技術によりサポート

されている帯域幅では対応できないことが多い。したがって、効率的な圧縮技術が必要となる。

【 0 0 0 4 】

圧縮技術は、移動通信アプリケーションにおいても重要な役割を果たしている。移動通信アプリケーションにおいては、リモート端末装置間でデータパケットが送受信される。移動通信における伝送チャンネルの数は限られているため、パケットを伝送する前に効率的にデータを圧縮する圧縮技術が必要である。高い伝送レートを実現するために、様々な圧縮技術が提案されている。

【 0 0 0 5 】

例えば、適応ダイナミックレンジ符号化 ( Adaptive Dynamic Range Coding: 以下、A D R C という。 ) 及び離散コサイン変換 ( Discrete Cosine Transform: 以下、D C T という。 ) により画像データを圧縮する手法が知られている。いずれの技術も画像内の局所的な相関関係 ( local correlation ) を利用して、高い圧縮率を実現するものである。しかしながら、効率的な圧縮アルゴリズムでは、符号化された信号におけるエラーが復号されたときに顕著となり、エラーが伝播するという問題がある。このようなエラーの増殖により、ビデオ画像がユーザにとって明らかなほどに劣化してしまうことがある。

【 0 0 0 6 】

発明の開示

本発明は、データを符号化し、後に行われる欠落又は破損した符号化データの回復を最大限向上させる符号化装置及び符号化方法を提供する。一実施の形態において、現在のデータブロックの選択されたデータと時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックの選択されたデータを用いて現在のデータブロックをランダム化する。一実施の形態において、ランダム化されたデータは、現在のデータブロック及び時間的に隣接する少なくとも1つのデータブロックとを用いて、逆ランダム化される。さらに、一実施の形態において、現在のデータブロック及び隣接するデータブロックの復号は遅延され、これにより符号化データの欠落又は破損した圧縮パラメータの回復を実現する。

【 0 0 0 7 】

発明の実施の形態

本発明は、ロバストエラー回復 ( robust error recovery ) を実現するための信号ストリームの時間変化ランダム化を行う装置及び方法を提供する。さらに、本発明は、ランダム化された信号の時間変化逆ランダム化 ( time-varying derandomization ) 及び信号ストリームに対する交互遅延復号 ( alternately delayed-decoding ) を行う装置及び方法を提供する。以下では、本発明を明瞭にするために、説明を目的として、多くの詳細事項について記述する。しかしながら、これらの詳細事項は、本発明を実施するための必要条件ではないことは、当業者にとって明らかである。また、本発明を不必要に不明瞭しないために、データブロック図には周知の電氣的構造及び回路を示す。

【 0 0 0 8 】

以下に示す実施の形態では、適応ダイナミックレンジ符号化 ( Adaptive Dynamic Range Coding: 以下、A D R C という。 ) により符号化された画像について、特にダイナミックレンジ ( D R ) 及び最小値 ( M I N ) 等の欠落又は破損した圧縮定数 ( 以下、欠落 / 破損圧縮定数と呼ぶ。 ) の回復について説明する。なお、本発明はA D R C符号化及び生成される特定の圧縮定数に限定されるものではない。本発明は、実施の形態に示すものとは異なる圧縮技術及び異なる種類の相関データ、例えば音声データに適用することもでき、さらに、A D R C処理において使用できる最大値 ( M A X ) 及び中間値 ( C E N ) 等、実施の形態に示すものとは異なる異なる圧縮定数に適用することもできる。さらに、本発明は、エッジ整合形 ( edge-matching ) A D R C 及びエッジ非整合形 ( non edge-matching ) A D R C 等、異なる種類のA D R C処理に適用することもできる。A D R Cに関する更に詳細な説明については、1991年9月4～6日、イタリア、チュリンで開催された第4回高精細度テレビジョン及びその後に関する国際会議 ( Fourth International Workshop on HDTV and Beyond ) におけるコンドウ ( Kondo )、フジモリ ( Fujimori )、ナカヤ ( Nak

aya) らによる「将来のHDTVデジタルVTRのための適応ダイナミックレンジ符号化 (Adaptive Dynamic Range Coding Scheme for Future HDTV Digital VTR)」に開示されている。ADRCは、一定のビットレートの伝送のために画像を符号化及び圧縮するための実時間技術として確立されている。上述の論文には、3つの異なる種類のADRCが説明されている。これらは、以下に示す式により表すことができる。

非エッジ整合形ADRC (Non-edge-matching ADRC) :

【0009】

【数1】

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$q = \left\lceil \frac{(x - MIN + 0.5) \cdot 2^Q}{DR} \right\rceil$$

$$x' = \left\lceil \frac{(q + 0.5) \cdot DR}{2^Q} + MIN \right\rceil$$

【0010】

エッジ整合形ADRC (Edge-matching ADRC) :

【0011】

【数2】

$$DR = MAX - MIN$$

$$q = \left\lceil \frac{(x - MIN) \cdot (2^Q - 1)}{DR} + 0.5 \right\rceil$$

$$x' = \left\lceil \frac{q \cdot DR}{2^Q - 1} + MIN + 0.5 \right\rceil$$

【0012】

複数段ADRC (Multi-stage ADRC) :

【0013】

【数3】

$$DR=MAX-MIN+1$$

$$q=\left\lceil \frac{(x-MIN+0.5) \cdot 2^Q}{DR} \right\rceil$$

$$x'=\left\lceil \frac{(q+0.5) \cdot DR}{2^Q} + MIN \right\rceil$$

( $q=2^Q-1$ の場合、 $MAX'$ は、 $x'$ の平均値であり、

$q=0$ の場合、 $MIN'$ は、 $x'$ の平均値である。)

$$DR'=MAX'-MIN'$$

$$q=\left\lceil \frac{(x-MIN') \cdot (2^Q-1)}{DR'} + 0.5 \right\rceil$$

$$x'=\left\lceil \frac{q \cdot DR'}{(2^Q-1)} + MIN' + 0.5 \right\rceil$$

#### 【 0 0 1 4 】

ここで、 $MAX$ はデータブロックの最大レベルを表し、 $MIN$ はデータブロックの最小のレベルを表し、 $x$ は、各サンプルの信号レベルを表し、 $Q$ は量子化ビット数を表し、 $q$ は量子化コード（符号化されたデータ）を表し、 $x'$ は、各サンプルの復号レベルを表し、 $\lceil \cdot \rceil$ は角括弧内の値に対する丸め処理（truncation operation）を表す。

#### 【 0 0 1 5 】

信号の符号化、伝送及びこれに続く復号処理の流れを包括的にFIG. 1Aに示す。信号100はエンコーダ110に入力されるデータストリームである。エンコーダ110は、ADRC圧縮アルゴリズムを実行し、パケット1・・・Nを生成し、伝送媒体135を介して、このパケット1・・・Nを送信する。デコーダ120は、伝送媒体135からパケット1・・・Nを受け取り、信号130を生成する。信号130は信号100を再生した信号である。

#### 【 0 0 1 6 】

エンコーダ110及びデコーダ120は、ここに説明する機能を実行するために様々な形態で実現することができる。一実施の形態においては、エンコーダ110及び/又はデコーダ120は、媒体に格納され、FIG. 1B及びFIG. 1Cに示すような、中央演算処理装置（central processing unit：以下、CPUという。）、メモリ、及び1以上の入出力装置、及びコプロセッサを備える汎用又は専用のコンピュータシステムに実行されるソフトウェアとして実現できる。これに代えて、エンコーダ110及び/又はデコーダ120は、FIG. 1D及びFIG. 1Dに示すように、ここに説明する機能を実行するための論理回路として実現することもできる。さらに、エンコーダ110及び/又はデコーダ120は、ハードウェア、ソフトウェア又はファームウェアの組み合わせとして実現することもできる。

#### 【 0 0 1 7 】

信号ストリームに対する符号化、並べ替え（arranging）、時間変換ランダム化を行い、ロバストエラー回復を実現する回路の実施の形態をFIG. 1B及びFIG. 1Cに示す。ここに説明する処理は、特別に構成された又は汎用の処理装置170により実現される。メモリ190には命令が格納され、プロセッサ175は、この命令にアクセスして、

以下に説明する様々な処理を実行する。入力回路 180 は、入力ビットストリームを受け取り、この入力ビットストリームを CPU 175 に供給する。出力回路 185 は、データを出力する。FIG. 1B では、出力されるデータは符号化データである。FIG. 1B では、出力されるデータは、以下に説明する処理により復号され、例えば外部の表示装置 195 を駆動するのに十分な画像データ等の復号データである。

【0018】

一実施の形態において、信号 100 は、各フレームがインタレースビデオ方式の画像を表す情報を含む一連のビデオフレームから構成されるカラービデオ画像を表す信号である。各フレームは、2つのフィールドからなり、一方のフィールドは画像の偶数線のデータを含み、他方のフィールドは、画像の基数線のデータを含む。データは、画像内の対応する位置の色成分を記述する画素値を含んでいる。例えば、この実施の形態では、色成分は、輝度信号 Y 及び色差信号 U 及び V から構成されている。なお、本発明に基づく処理は、インタレースビデオ信号以外の信号にも適用できることは明らかである。さらに、本発明は、YUV 色空間のみではなく、他の色空間により表された画像に適用できることも明らかである。

【0019】

他の実施の形態においては、信号 100 は、例えば 2 次元の静止画像、ホログラム画像、3 次元の静止画像、ビデオ映像、2 次元の動画像、3 次元の動画像、モノラル音声、N チャンネル音声等であってもよい。

【0020】

FIG. 1A に示す実施の形態では、エンコーダ 110 は、Y, U, V 信号を分割し、ADRC アルゴリズムに基づいて、各信号グループを個別に処理する。以下では、説明を簡潔にするために、Y 信号の処理について記述するが、ここで説明する符号化処理は、U 信号及び V 信号に対しても同様に適用できる。

【0021】

一実施の形態において、エンコーダ 110 は、信号 100 における連続する 2 つのフレーム（以下、フレームペアと呼ぶ。）に亘る Y 信号を 3 つの 3 次元（3D）ブロックにグループ化する。他の実施の形態においては、3D ブロックは、所定のフレームペアに亘る局所的な同じ領域からの 2 つの 2D ブロックをグループ化して生成される。ここで、2 つの 2D ブロックは、フレーム又はフィールド内の局所的な画素をグループ化することにより生成される。なお、ここに説明する処理は、これとは異なるブロック構造にも適用できる。信号のグループ化については、後述する画像・ブロックマッピングの章で更に詳細に説明する。

【0022】

一実施の形態において、エンコーダ 110 は、所定の 3D ブロックについて、この 3D ブロックを構成する 2D ブロック間の画素値に変化があるか否かを判定する。ここで、画素値に変化があった場合、動きフラグ（Motion flag）が設定される。当分野で周知のように、動きフラグを使用することにより、エンコーダ 110 は、各フレームペア内に局所的な画像の繰返しがあった場合、量子化コードの数を削減することができる。エンコーダ 110 は、3D ブロック内の最大画素輝度（MAX）及び最小画素輝度（MIN）も検出する。エンコーダ 110 は、これらの値 MAX、MIN を用いて、所定の 3D ブロックのデータのダイナミックレンジ（DR）を算出する。非エッジ整合形 ADRC の一実施の形態においては、 $DR = MAX - MIN + 1$  である。また、エッジ整合形 ADRC においては、 $DR = MAX - MIN$  である。また、いくつかの実施の形態において、エンコーダ 110 は、MAX と MIN の間の中間値（CEN）を算出する。一実施の形態において、 $CEN$  は、 $CEN = MIN + DR / 2$  として算出される。

【0023】

他の実施の形態において、エンコーダ 110 は、ビデオフレームのシーケンスを表すフレームのストリームに対して、フレーム毎に信号を符号化する。更なる他の実施の形態においては、エンコーダ 110 は、ビデオフィールドのシーケンスを表すフィールドのスト

リームに対して、フィールド毎に信号を符号化する。したがって、動きフラグを用いず、2 Dブロックを用いてMIN, MAX, CEN, DRを算出してもよい。

【0024】

一実施の形態において、エンコーダ110は、算出されたDRに基づき、DR閾値及び対応する量子化ビット（quantization bits：以下、Qビットという）値の閾値テーブルを参照して、DRに対応するデータブロック内の画素を符号化するために使用するQビット数を決定する。画素を符号化することにより、量子化コード（quantization code：以下、Qコードという。）が生成される。Qコードは、記録又は伝送の目的で使用する関連する圧縮画像データである。

【0025】

一実施の形態においては、Qビットは3 DブロックのDRに基づいて選択される。したがって、所定の3 Dブロック内の全ての画素は、同じQビットを用いて符号化され、これにより3 D符号化ブロックが生成される。3 D符号化ブロック用のQコード、MIN、動きフラグ、DRの集合は、3 D ADR Cブロックと呼ばれる。一方、2 Dブロックが符号化される場合、所定の2 Dブロック用のQコード、MIN、DRは、2 D ADR Cブロックを構成する。上述のように、MINに代えて、MAX及びCENを用いてもよい。

【0026】

閾値テーブルは、様々な形式で作成することができる。一実施の形態においては、閾値テーブルはDR閾値の列を有している。Qビットは、閾値テーブルの列において隣り合う2つのDR間のDR値の範囲を符号化するために使用される量子化ビット数に対応する。他の実施の形態においては、閾値テーブルは、複数の列を備え、各列は、伝送レートに応じて選択される。閾値テーブル内の各列は、閾値インデクスにより識別される。閾値の選択の詳細な実施の形態については、後述する部分的バッファリングの章で説明する。ADR C符号化及びバッファリングの具体例については、本願と同一の出願人による米国特許番号4722003号「高効率符号化装置（High Efficiency Coding Apparatus）」及び米国特許番号485560号「高効率符号化装置（High Efficiency Coding Apparatus）」にも開示されている。

【0027】

以下、Qコードを可変長データ（variable length data：VLデータ）と呼ぶ。さらに、DR、MIN、MAX、CEN、動きフラグをブロック属性と呼ぶ。閾値インデクスとともに選択されたブロック属性は、固定長データ（fixed length data：FLデータ）を構成し、このFLデータをここでは圧縮パラメータとも呼ぶ。さらに、上述の説明から明らかなように、ブロック属性という用語は、複数の成分（component）を含む信号要素（signal element）の成分に関連するパラメータを記述する。

【0028】

Qビット値をFLデータに含めないことにより、各ADR Cブロックについて、追加的なビットを送信する必要がないという利点がある。しかしながら、Qビット値をFLデータに含めないことにより、伝送又は記録においてDRが欠落又は破損した場合、Qコードを容易に回復できないという問題がある。ADR Cデコーダは、DR情報に頼ることなく、データブロックの量子化に何ビットが使用されているかを判定しなくてはならない。

【0029】

ここで、一実施の形態においては、VLデータの時間変化ランダム化により、Qビット値を間接的に送信することができる。一実施の形態においては、現在のデータブロックのQビット値は、前の複数のデータブロックのQビット値とともに、擬似乱数発生器（pseudorandom number generator：以下、PNGという。）用のランダム化値又はシード値（seed value）として使用することができる。一実施の形態においては、3つの前のQビット値を使用する。なお、時間的に隣接する（前のものであっても次のものであってもよい。）いかなる数の値を用いてシード値を生成してもよい。ここでは、説明のため、時間的に隣接するという表現は、いかなる前の又は次のデータブロックも含むものとする。

【0030】

一実施の形態において、各連続するQビット値は、現在のシード値の右に結合される。P N Gは、1つのシード値に対して統計的に固有の擬似乱数シーケンスを生成し、同じシード値を適用すると、同じ統計的に固有のシーケンスを生成する。この擬似乱数シーケンスは、V Lデータの変換 (transform) に使用できる。他の実施の形態においては、F Lデータを変換してもよく、あるいはV Lデータ及びF Lデータの両方を変換してもよい。一実施の形態においては、V Lデータの変換Tは、ビット毎にX O R (排他的論理和) 関数を擬似乱数シーケンス (y) 及びV Lデータ (x) に適用することにより行われる。この処理は、以下の式により表すことができる。

【0031】

【数4】

$$T(x)=x\oplus y$$

【0032】

この実施の形態においては、逆変換処理は、元の順方向の変換と正確に同じであるため、ビット毎のX O R関数が使用される。この処理は、以下の式により表すことができる。

【0033】

【数5】

$$T^{-1}(T(x))=(x\oplus y)\oplus y=x$$

【0034】

他の実施の形態においては、統計的に固有なシーケンスを生成するために、様々な変換の組を使用してもよい。例えば、予め定義されたシーケンスのテーブルを使用してもよい。

【0035】

一実施の形態においては、同様の処理を用いて、現在のデータブロックのD RからQビット値を復号することもできる。D Rが破損することなく受信されれば、Qビット値は、Qコードの符号化に使用した閾値テーブルを用いて判定することができる。P N Gは、D Rを用いてテーブル内のQビット値を検索し、Qビット値をシード値として使用して擬似乱数シーケンスを生成する。デコーダは、ビット毎のX O R関数を擬似乱数シーケンス及びランダム化されたV Lデータに適用することによりランダム化されたV Lデータを変換し、元のランダム化されていないV Lデータを生成する。この実施の形態においては、同じP N G及びシード値を使用しているため、同じ擬似ランダムシーケンスが生成される。

【0036】

一実施の形態において、D Rが欠落又は破損した場合、デコーダは、全ての可能なQビット値及び関連する可能なシード値を用いて、データブロックの復号を試みる。各候補復号には、局所的な相関メトリック (local correlation metric) が適用され、このデータブロックに対する信頼度メトリック (confidence metric) が算出される。

【0037】

この実施の形態においては、デコーダは、逆量子化処理を4ブロック遅延させる遅延判定デコーダ (delayed-decision decoder) として機能する。一実施の形態において、デコーダは、連続する4つのメトリックの信頼度が低いと判定したときには、これに基づいて、最も古いデータブロックの復号が正しくなかったと判断することもある。この場合、デコーダは最も古いデータブロック用の候補シード値を返し、最も古いデータブロックに対して、次に尤度の高い復号処理を試みる。次に、デコーダは、このシード値に基づく第2

の推定に基づいて、直近の3つのデータブロックに対して再び逆ランダム化を施す。この処理は、デコーダが最も近いデータブロックの信頼度メトリックが最大となる4つの復号データブロックのシーケンスを生成するまで繰り返し実行される。

【0038】

このように、この実施の形態では、Qビット値は、時間変化ランダム化により間接的に送信される。他の実施の形態として、いかなるデータを間接的に送信してもよい。例えば、動きフラグ又はQビット値及び動きフラグの組み合わせを用いて擬似ランダムシーケンスを生成し、上述のようにして送信してもよい。

【0039】

信号ストリームの符号化、並べ替え (arranging) 及び時間変化ランダム化によりロバストエラー回復を実現する回路の実施の形態をFIG. 1Dに示す。時間変化VLデータランダム化論理回路144は、入力信号を受け取り、符号化及びシャッフルされたデータからランダム化されたQコードを生成する。時間変化VLデータランダム化論理回路144の出力信号は、後述するように、更に符号化される。

【0040】

FIG. 1eは、欠落又は破損したDR値を回復するための回路の実施の形態を示す図である。時間変化VLデータ逆ランダム化論理回路150は、入力信号を受け取り、入力されたビットストリームのQコードを逆ランダム化し、欠落又は破損したダイナミックレンジ定数を回復する。時間変化VLデータ逆ランダム化論理回路150の出力信号は、後述するように、更に復号され、逆シャッフルされる。

【0041】

フレーム、ブロック属性及びVLデータは、ビデオ信号内の様々な成分を記述する。これらの成分の境界、位置及び量は、ビデオ信号の伝送及び圧縮特性に基づいて決定される。一実施の形態においては、これらの成分は、ビデオ信号のビットストリーム内で変更され、シャッフルされ、ランダム化され、これにより伝送中のデータ欠落に対するロバストエラー回復を確実に行うことができる。

【0042】

説明のため、以下では、ビデオ信号のADRC符号化及びシャッフル処理に準じて、許容できる連続パケット伝送欠落を1/6とする。したがって、以下に示す成分の定義及び分割は、一実施の形態に対応する例示的なものにすぎない。この他の実施の形態を想到することもできる。データセットは、ビデオ又は他の種類のデータ信号のデータの一区画 (partition) を含んでいてもよい。すなわち、一実施の形態において、フレームセットは、連続する1以上のフレームを含むデータセットであってもよい。セグメントは、1つのフレームセットに含まれるQコード及びブロック属性の1/6に分割された部分を格納する容量を有するメモリを備えていてもよい。さらに、バッファは、1つのフレームセットに含まれるQコード及びブロック属性の1/16に分割された部分を格納する容量を有するメモリを有していてもよい。データのシャッフル処理は、セグメント及び/又はバッファ内の成分を交換することにより実行できる。続いて、セグメントに格納されたデータを用いて伝送用のデータパケットを生成する。したがって、伝送中にセグメントが欠落すると、そのセグメントから生成された全てのパケットが欠落する。同様に、伝送中にセグメントの一部が欠落すると、そのセグメントから生成されたパケットのうち対応する数のパケットが欠落する。

【0043】

以下では、ADRC符号化されたデータにおける1/6連続パケット欠落について説明するが、ここに説明する方法及び装置は、様々な符号化/復号方式に結びつけられた1/n連続パケットの欠落を許容する設計に適用することができる。

【0044】

FIG. 2は、ポイントトゥポイント (point-to-point) 接続又はネットワークを介してデータを伝送するために用いられるパケット構造200の実施の形態を示す。パケット構造200は、エンコーダ110により生成され、伝送媒体135を介して伝送される。



一実施の形態においては、パケット構造 200 は、5 バイトのヘッダ情報と、8 ビットの D R と、8 ビットの M I N と、動きフラグと、5 ビットの閾値インデックスと、354 ビットの Q コードとを有する。他の実施の形態において、M I N ビットは C E N ビットに置き換えてもよい。ここに示すパケット構造 200 は、パケット構造の一例であり、ネットワークの非同期伝送モード (asynchronous transfer mode: A T M) による伝送に適応するように構成されたものである。なお、本発明は、このようなパケット構造に限定されるものではなく、様々なネットワークにおける種々のパケット構造に適用できるものである。

#### 【0045】

上述のように、伝送媒体 (例えば、媒体 135) は、エラーフリーの伝送媒体とみなすことはできず、したがってパケットは欠落又は破損する恐れがある。上述のとおり、従来よりこのような欠落や破損を検出する手法が提案されているが、通常、実質的には、画質の劣化は避けられなかった。本発明に基づく装置及び方法は、ソース符号化により、このような欠落又は破損に対するロバストエラー回復を提供する。以下の説明においては、連続する複数のパケットの欠落であるバースト欠落が最も発生する可能性の高いエラーであると仮定するが、ランダムパケット欠落も発生する可能性がある。

#### 【0046】

連続する 1 以上のパケットのデータを確実且つ強力に回復するために、本発明に基づく装置及び方法は、複数レベルのシャッフリングを行う。特に、伝送パケットに含まれる F L データ及び V L データは、ある画像の空間的及び時間的に離間した位置にあるデータを含んでいる。データのシャッフリングにより、いかなるバーストエラーも分散され、これによりエラー回復が容易となる。後述するように、シャッフリングによりブロック属性と Q ビット値を回復することができる。

#### 【0047】

データ符号化 / 復号

F I G . 3 は、エンコーダ 110 により実行される符号化処理の一実施の形態を説明するフローチャートである。また、F I G . 3 は、画像の劣化を防止し、ロバストエラー回復を容易にするためのシャッフリングの概要を示す図でもある。

#### 【0048】

F I G . 3 におけるステップ 1 において、表示成分とも呼ばれる入力フレームセットに対し、伝送量を削減するための間引きを行う。Y 信号については、水平方向に元の幅から 3 / 4 となるよう間引きし、U 信号及び V 信号については、それぞれ元の高さ及び元の幅から 1 / 2 となるよう間引きする。これにより、各フレーム対が 3960 Y ブロック、660 U ブロック、660 V ブロックを有する 3 : 1 : 0 のビデオフォーマットが形成される。上述のように、ここでは Y 信号の処理に関する説明を行うが、この処理は U 信号及び V 信号についても適用される。ステップ 2 において、2 つの Y フレーム画像を 3 D ブロックにマッピングする。ステップ 3 において、3 D ブロックをシャッフリングする。ステップ 4 において、A D R C バッファリング及び符号化を行う。ステップ 5 において、符号化された Y ブロック、U ブロック、V ブロックをバッファ内でシャッフリングする。

#### 【0049】

ステップ 6 において、符号化された 3 D ブロックのグループ用の V L データと、これに対応するブロック属性をシャッフリングする。ステップ 7 において、F L データを異なるセグメントに亘ってシャッフリングする。ステップ 8 において、ポストアンプルを付加し、すなわちバッファ端の可変領域が所定のビットストリームにより充足される。ステップ 9 において、V L データを異なるセグメントに亘ってシャッフリングする。

#### 【0050】

以下では、符号化処理の前及び後の画素データの処理を例に本発明に基づくシャッフリングの方法を説明する。他の実施の形態として、ハードウェアにより独立したデータ値のシャッフリング及びデシャッフリングを行ってもよい。特に、ハードウェアは、ブロック値のアドレスを異なるアドレスにマッピングすることによりシャッフリング / デシャッフ

リングを実現する。しかしながら、シャッフリングは、データ処理の後に行う必要があるため、アドレスマッピングは、データに従属する値に対しては行うことができない。一方、後述するグループ内V-Lデータシャッフリングは、データに従属する値に対しても行うことができる。さらに、本発明を説明する一例として、以下に示すシャッフリングは、離散的なデータセットに対して行われる。しかしながら、他の実施の形態においては、信号は、ビットから画素及びフレームまでの複数のデータレベルに基づいて定義される。シャッフリングは、信号内で定義される各レベルにおいて、及び信号内の異なるレベル間でも行うことができる。

【0051】

FIG. 4は、デコーダ120により実行される復号処理の例を説明するフローチャートである。変換処理及びデシャッフリングは、FIG. 3に示す処理と逆の処理であってもよい。しかしながら、一実施の形態において、時間変化逆ランダム化及び遅延判定復号をステップ435において実行してもよい。

【0052】

画像 - ブロックマッピング

この実施の形態において、1つのフレームは、通常5280個の2Dブロックを含み、各2Dブロックは、64画素からなる。第1のフレームに基づく2Dブロックとそれに続くフレームの2Dブロックが結合されて3Dブロックが形成されるため、フレーム対は5280個の3Dブロックから構成される。

【0053】

画像 - ブロックマッピングは、フレーム又はフレームセットのデータをそれぞれ2Dブロック又は3Dブロックに分割する目的で行われる。さらに、画像 - ブロックマッピングは、相補的パターン及び/又は連鎖的(interlocking)パターンを用いてフレーム内の画素を分割し、これにより伝送時のデータ欠落に対するロバストエラー回復が実現される。しかしながら、与えられたDR値が過大になってしまう可能性を低減するために、各2Dブロックは、局所的な範囲の画素から構成する。

【0054】

FIG. 5は、例示的に示す画像の16画素セクションに対する画像 - ブロック変換処理の実施の形態を示す図である。画像500は、単一のフレームの局所的な領域を形成する16個の画素からなる。画像500内の各画素は、輝度により示される。この実施の形態では、画像500の最上列左端の画素の輝度は100であり、最下列右端の画素の輝度は10である。

【0055】

この実施の形態においては、画像500内の異なる領域における画素を用いて、2Dブロック510、520、530、540を生成する。2Dブロック510、520、530、540は、符号化され、(後述するように)シャッフリングされ、伝送される。この伝送処理の後、2Dブロック510、520、530、540は再結合され、画像550が形成される。画像550は、画像500を再構築したものである。

【0056】

発生する可能性のある伝送欠落に関わらず、画像500を正確に再生するために、FIG. 5に示す実施の形態では、連結相補ブロック構造(interlocking complementary block structure)を用いる。特に、2Dブロック510、520、530、540を生成するための画素を選択することにより、画像550を再構築する際に、相補的及び/又は連鎖パターンは、データブロックの再結合に用いられる。したがって、特定のブロック属性が伝送中に欠落しても、再構築された画像550においてエラーは隣接しない。

【0057】

例えば、FIG. 5において、2Dブロック540のDRが伝送中に欠落したとする。ここで、デコーダは隣り合うデータブロックの隣り合う複数の画素を利用し、2Dブロック540の失われたDRを回復することができる。また、後述するように、相補的パターン及びシフティング(shifting)を用いることにより、隣り合う画素が増加し、例えば他

のブロックに隣り合う画素の数を最大化し、これにより D R 及び M I N の回復の可能性を大幅に向上させることができる。

#### 【 0 0 5 8 】

F I G . 5 a は、画像 - ブロック変換処理の実施の形態において、2 D ブロックを形成するために用いられるシャッフリングパターンの例を示す図である。ここでは、画素を交互に抜き取ることにより 1 つの画像を 2 つのサブ画像、すなわちサブ画像 5 6 0 とサブ画像 5 7 0 に分割する。サブ画像 5 6 0 内の長方形の区切りは、2 D ブロックの境界線を示す。説明のため、2 D ブロックに 0 , 2 , 4 , 7 , 9 , 1 1 , 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 9 , 2 1 , 2 3 といった番号を付す。タイル 5 6 5 は、サブ画像 5 6 0 内の 2 D ブロックの画素分布を示す。

#### 【 0 0 5 9 】

サブ画像 5 7 0 においては、2 D ブロックの割り当ては水平方向に 8 画素分、及び垂直方向に 4 画素分シフトされている。これにより、再構築処理においてサブ画像 5 6 0 とサブ画像 5 7 0 とが結合されると、割り当てられた 2 D ブロックが包み込まれ、重なり合う。2 D ブロックは、1 , 3 , 5 , 6 , 8 , 1 0 , 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 8 , 2 0 , 2 2 と番号付けされている。タイル 5 7 5 は、サブ画像 5 7 0 内の 2 D ブロックの画素分布を示す。タイル 5 7 5 は、タイル 5 6 5 に対する相補構造を有している。したがって、特定のブロック属性が伝送中に欠落した場合、失われた 2 D ブロックのブロック属性を回復することができる隣り合う画素が存在することとなる。さらに、同様なブロック属性のセットを有する重なり合う 2 D ブロックが存在する。したがって、画像の再構築の過程において、デコーダは、隣り合う 2 D ブロックから隣り合う複数の画素を取得し、これにより失われたブロック属性を回復することができる。

#### 【 0 0 6 0 】

F I G . 6 は、他の相補的及び連結 2 D ブロックの構造例を示す図である。これら以外の構造を用いてもよい。F I G . 5 と同様に、F I G . 6 に示す 2 D ブロック構造によっても、任意の 2 D ブロックに伝送欠落が生じて、周囲の 2 D ブロックの存在が保証される。なお、パターン 6 1 0 a、6 1 0 b、6 1 0 d では、画素を次の 2 D ブロックにマッピングする際、水平シフト及び / 又は垂直シフトを行う。水平シフトとは、新たな 2 D ブロック境界が始まる前に、タイル構造を水平方向に所定画素数分シフトすることを意味する。垂直シフトとは、新たな 2 D ブロック境界が始まる前に、タイル構造を垂直方向に所定画素数分シフトすることを意味する。アプリケーションに応じて、水平シフトのみを行ってもよく、垂直シフトのみを行ってもよく、水平シフト及び垂直シフトを組み合わせて行ってもよい。

#### 【 0 0 6 1 】

パターン 6 1 0 a は、画像 - ブロック変換に用いる渦巻状パターンを示す。渦巻状パターンでは、画像 - ブロック変換処理において次の 2 D ブロックを生成する際に水平シフトを行う。パターン 6 1 0 b 及びパターン 6 1 0 d は、相補的パターンであり、画像 - ブロックマッピング処理において、次の 2 D ブロックを生成するために、水平シフト及び垂直シフトにより画素が選択される。さらに、パターン 6 1 0 b 及びパターン 6 1 0 d は、2 つの 2 D ブロック間の画素選択において交互にオフセットを設けた例である。パターン 6 1 0 c は、画像 - ブロック変換処理のための 2 D ブロックを構成する画素を不規則にサンプリングした例を示す。すなわち、画素が 2 D ブロックに対して一度だけマッピングされるならば、画像 - ブロックマッピングにはいかなるマッピング構造を用いてもよい。

#### 【 0 0 6 2 】

F I G . 5、F I G . 5 a、F I G . 6 は、2 D ブロックを生成するための画像 - ブロックマッピングを示すものである。この処理は、3 D ブロックに対しても適用できることは明らかである。上述のように、3 D ブロックの生成は、2 D ブロックと同様の境界定義を用いるが、3 D ブロックの生成では、境界分割は、3 D ブロックを構成する次のフレームに亘って拡張される。すなわち、3 D ブロックは、第 1 のフレーム内の 2 D ブロックを定義するために用いる画素と、次のフレーム内の 2 D ブロックの画素とを結合して生成さ

れる。一実施の形態においては、第1のフレームにおける2Dブロックの画素と、次のフレームにおける2Dブロックの画素とは、同一の位置から抽出される。

【0063】

フレームセット内ブロックシャッフリング

任意の画像の画素値は、局所的な領域において緊密な関係を有する。一方、同一画像内の離れた領域にある画素は、大きく異なる値を有している可能性がある。したがって、任意の画像のある部分において空間的に隣接する2Dブロック又は3Dブロックを連続して符号化した場合、DR及びMINは近い値を有し、画像の離れた部分のDR及びMINは大きく異なる値を有するものとなる。したがって、画像において空間的に隣接する2Dブロック又は3Dブロックを符号化して得られたデータを連続的にバッファに格納した場合、バッファ空間の使用率に不均衡が生じる。フレームセット内のブロックシャッフリングは、ADRC符号化に先立って行われ、画像-ブロックマッピング処理により生成された2Dブロック又は3Dブロックのシャッフリングを行う。このシャッフリングにより、後段のADRC符号化において、バッファを均等に使用することが保証される。

【0064】

FIG. 7a~FIG. 7dは、3D-Yブロックのシャッフリングの実施の形態を示すものである。FIG. 7a~FIG. 7d内の3D-Yブロックは、Y信号のみを有するフレーム対に上述の画像-ブロックマッピング処理を施して得られるものである。3D-Yブロックは、シャッフリングされ、これにより符号化されたフレーム対を格納するバッファには、そのフレーム対の異なる部分に対応する3D-Yブロックが含まれるようになる。これによりADRC符号化処理におけるDR分布の均一化が促される。各バッファのDR分布が均一化されることによりバッファを均等に利用することができる。

【0065】

FIG. 7a~FIG. 7dは、物理的に離れた3Dブロックのシャッフリングを示す図でもある。これにより連続するパケットに伝送欠落が生じても、欠落するブロック属性は、画像内の特定の領域に集中することなく、画像全体に分散される。

【0066】

ブロックシャッフリングは、小規模、中規模及び大規模のバースト的パケット欠落のいずれが生じても、欠落するブロック属性が広範囲に分散されるように設計されている。この実施の形態においては、小規模なバースト欠落とは、数個のパケットの欠落を意味し、中規模のバースト欠落とは、1バッファ分の欠落を意味し、大規模な欠落とは1セグメント分の欠落を意味するものとする。ブロックシャッフリングにおいては、画像内の比較的離れた部分から、隣り合う3つのデータブロックを選択する。したがって、次のグループ内VLデータシャッフリング（後に詳細に説明する）において、各グループは互いに異なる静的特性を有する3Dブロックから構成される。ブロック属性の欠落を分散させることにより、破損した3Dブロックの周囲には破損していない3Dブロックが残り、これら破損していない3Dブロックにより欠落したデータを回復することができるため、ロバストエラー回復を実現することができる。

【0067】

FIG. 7aは、水平方向に66個の3D-Yブロックを有し、垂直方向に60個の3D-Yブロックを有するフレーム対を示す。これら3D-Yブロックは、セグメント0~5に割り当てられている。図に示すように、3D-Yブロックの割り当ては、2×3の枠を設け、各枠内の各3D-Yブロックが各セグメントに対応するように割り当てる。ここで、さらなるシャッフリングを行わず、最初の880個のパケットにバーストエラーが生じたとすると、セグメント0に対応するブロック属性が失われる。しかしながら、後述するように、FLデータシャッフリングを行うことにより、ブロック属性の欠落を分散させることができる。

【0068】

FIG. 7bは、セグメント0に割り当てられる番号0が付された3D-Yブロックの走査順序を示す。FIG. 7aにおいて「0」で示される各3D-Yブロックには、0，

1, 2, 3, ..., 659 という番号が付され、これらはセグメント 0 に割り当てられるストリーム内の位置を示すものである。セグメントの割り当てを行うためのこのようなブロック番号を用いて、残りの 3D-Y ブロックもセグメント 1 ~ 5 に割り当てられる。このようにして、フレーム対内のデータは、複数のセグメントにシャッフリングされる。

【0069】

FIG. 7c は、1 セグメントを構成する 660 個の 3D-Y ブロックを示す図である。0 ~ 65 の番号が付された 3D-Y ブロックは、バッファ 0 に入れられる。同様に、番号が付された 3D-Y ブロックに隣接する 3D-Y ブロックは、バッファ 1 に入れられる。このような処理を繰り返してバッファ 2 ~ 9 が充足される。このような処理により、伝送中のバッファの欠落により失われる複数の 3D-Y ブロックは、画像内の異なる部分に分散される。

【0070】

FIG. 7d は、セグメント 0 に対応する 3D-Y ブロックのバッファにおける最終的な配列順序を示す図である。3D-Y ブロック 0, 1, 2 は、バッファ内の最初の 3 つの部分占める。この処理は、バッファの残りの部分において繰り返される。これにより、伝送中に 3 つの 3D-Y ブロックが欠落した場合、失われる 3D-Y ブロックは、画像内で離れた位置に対応するものとなる。

【0071】

FIG. 7a ~ 7d は、フレームセット内の 3D-Y ブロックの分散の一実施の形態を示すものである。この他に、3D-U ブロック及び 3D-V ブロックを分散することもできる。3D-U ブロックは、U 信号のみを含むフレームセットに上述の画像-ブロックマッピング処理を適用して生成される。同様に、3D-V ブロックは、V 信号のみを含むフレームセットに上述の画像-ブロックマッピング処理を適用して生成される。そして、3D-U ブロック及び 3D-V ブロックの両方に対して、上述の 3D-Y ブロックの分散と同様の処理を行う。なお、上述のように、3D-U ブロックと 3D-Y ブロックの数は、それぞれ 3D-Y ブロックの数の 1/6 である。

【0072】

FIG. 7a ~ 7d は、Y 信号に対するフレーム内ブロックシャッフリングの実施の形態を示し、この実施の形態では、伝送中の 1/6 のパケット欠落が容認され、更にバッファの使用率の均等化が実現されている。セグメント、バッファ、ADRC ブロックの割当を変更することにより 1/n パーストエラーに対応でき、また、バッファ使用率を変更できることは当業者にとって明らかである。

【0073】

部分的バッファリング (Partial Buffering)

FIG. 3 に示すステップ 4 において、ADRC 符号化及びバッファリング処理が行われる。符号化技術により、画像-ブロックマッピング処理により生成された 2D ブロック又は 3D ブロックは、2D-ADRC ブロック又は 3D-ADRC ブロックに符号化される。一実施の形態において、3D-ADRC ブロックは、それぞれ Q コード、MIN、動きフラグ、DR を含む。同様に、一実施の形態において、2D-ADRC ブロックは、Q コード、MIN、DR を含む。すなわち、2D-ADRC ブロックでは、単一のフレーム又は単一のフィールドに対する符号化が行われるため、2D-ADRC ブロックは、動きフラグを含まない。

【0074】

従来より多くのバッファリングの手法が知られている (例えば、コンドウらによる米国特許番号第 4,845,560 号「高効率符号化装置 (High Efficiency Coding Apparatus)」及び米国特許番号第 4,722,003 号「高効率符号化装置 (High Efficiency Coding Apparatus)」を参照)。これらの記載内容は、参照により本願に組み込まれるものとする。

【0075】

以下に説明する部分的バッファリングは、ADRC 符号化において使用する符号化ピッ

トを決定するための革新的な方法を提供するものである。詳しくは、部分的バッファリングは、閾値テーブルから閾値を選択する方法を提供するものであり、閾値テーブルは、遠隔の端末装置間の伝送速度を一定に保つとともに、エラーが伝播することを制限するために設計されている。他の実施の形態においては、閾値テーブルは、さらに、バッファが最大限活用されるよう設計される。一実施の形態においては、バッファは、任意のフレームセットに対応する符号化されたデータを16分の1に分割して格納するメモリである。閾値は、上述した画像・ブロックマッピング処理により生成された2Dブロック又は3Dブロック内の画素を符号化するために用いるQビットのビット数を決定するために用いられる。

#### 【0076】

閾値テーブルは、閾値の列を備え、この列は閾値セットとも呼ばれ、閾値テーブルの各列には閾値インデックスが付されている。一実施の形態においては、閾値テーブルは、より多くのQコードビットを生成する閾値セットが閾値テーブルの上位列に位置するように配列されている。これにより、利用可能な所定のビット数を有する任意のバッファに対して、エンコーダ110は、この所定のビット数より小さいビット数を生成する閾値に到達するまで、閾値テーブルを下位方向に順次検索する。バッファ内の画素データの符号化には、適切な閾値が用いられる。

#### 【0077】

FIG. 8は、バッファ0における選択された閾値及びDR分布の実施の形態を示すグラフである。FIG. 8における垂直方向の軸は、累積DR分布を示す。例えば、値bは、DRが閾値 $L_3$ 以上の3Dブロック又は2Dブロックの数に等しい。水平方向の軸は、DR値のとり得る値を示す。一実施の形態においては、DR値は0~255の値をとる。閾値 $L_4$ ,  $L_3$ ,  $L_2$ ,  $L_1$ は、バッファの符号化を決定する閾値セットを表す。

#### 【0078】

一実施の形態において、バッファ0に格納されている全てのデータブロックは、閾値 $L_4$ ,  $L_3$ ,  $L_2$ ,  $L_1$ を用いて符号化される。すなわち、DR値が閾値 $L_4$ より大きなデータブロックは、4ビットを用いて符号化された画素値を有することとなる。同様に、DR値が閾値 $L_3$ と閾値 $L_4$ の間にあるデータブロックに属する画素は、3ビットを用いて符号化される。また、DR値が閾値 $L_2$ と閾値 $L_3$ の間にあるデータブロックに属する画素は、2ビットを用いて符号化される。DR値が閾値 $L_1$ と閾値 $L_2$ の間にあるデータブロックに属する画素は、1ビットを用いて符号化される。そして、DR値が閾値 $L_1$ より小さいデータブロックに属する全ての画素は、0ビットを用いて符号化される。閾値 $L_4$ ,  $L_3$ ,  $L_2$ ,  $L_1$ は、バッファ0内の全てのデータブロックを符号化するために用いるビットの総数が、31, 152ビットを超えることなく、可能な限り31, 152ビットに近い数となるように選択される。

#### 【0079】

FIG. 8aは、部分的バッファリングの一実施の形態を示す図である。フレーム800は、符号化されてバッファ0~59に格納される。伝送エラーがデータの回復の妨げとなる場合、欠落したデータに対するエラー回復処理が行われるまで、フレーム800の復号処理は中断される。ここで、部分バッファリングは、バッファ内のエラーの伝播を制限するため、残りのバッファについて復号処理を行うことができる。例えば、伝送エラーによりバッファ0内のデータブロック80のQビット及び動きフラグの回復が妨げられているとする。部分バッファリングは、バッファ0内の残りのデータブロックにこのエラーが伝播することを制限する。バッファ長は固定であるため、バッファ0の最後とバッファ1の先頭は既知であり、このためエラーの伝播バッファ0内に制限される。これにより、デコーダ120は、バッファ1内のデータブロックに対する処理を遅延することなく開始することができる。さらに、異なるバッファの符号化に対して異なる閾値セットを用いることにより、エンコーダ110は、任意のバッファ内に含まれるQコードのビット数を最大化/制御することができ、したがってより高い圧縮比が実現できる。さらにまた、部分バッファリング処理では、バッファ0~59は、固定長を有するため、一定の伝送速度を実

現できる。

【 0 0 8 0 】

一実施の形態においては、バッファの可変領域は、限られた数の閾値セットが存在するために、Qコードのビットのみにより充足されるわけではない。すなわち、固定長を有するバッファの残りのビットは、ポストアンブルと呼ばれる所定のビットストリームパターンにより充足される。後述するように、ポストアンブルは、バッファの最後より前にあるV Lデータの最後を示しているので、ポストアンブルにより双方向のデータ回復が実現できる。

【 0 0 8 1 】

バッファ内Y U Vブロックシャッフリング

Y信号、U信号、V信号は、それぞれ固有の静的特性を有している。Qビット及び動きフラグの回復処理（後述する）を改善するために、Y信号、U信号及びV信号は、バッファ内で多重化される。したがって、伝送欠落は、特定の信号に対して実質的な影響を与えない。

【 0 0 8 2 】

F I G . 9 は、それぞれY信号、U信号、V信号から導き出されるY - A D R Cブロック、U - A D R Cブロック、V - A D R Cブロックに対するシャッフリングであるバッファ内Y U Vブロックシャッフリングを説明する図である。バッファ9 0 0 は、フレームセット内ブロックシャッフリング後のA D R Cブロックの割当を示す。バッファ9 0 0 は、6 6個のY - A D R Cブロックと、これに続く1 1個のU - A D R Cブロックと、これに続く1 1個のV - A D R Cブロックを含む。バッファ9 1 0 は、バッファ内Y U Vブロックシャッフリングを行った後のY U V - A D R Cブロック配列構造を示す。図に示すように、3つのY - A D R Cブロックに1つのU - A D R Cブロック又は1つのV - A D R Cブロックが続く。バッファ内Y U Vブロックシャッフリングによりバッファ内の隣り合うデータブロックのビットストリームの類似の度合いが低減される。バッファ内ブロックシャッフリングは、この形態に限られることなく、初期の画像フォーマットに応じて、異なる信号、すなわち異なるY U V比又は異なる色空間を有する信号に対して変換して実施されるようにしてもよい。

【 0 0 8 3 】

グループ内V Lデータシャッフリング

一実施の形態において、グループ内V Lデータシャッフリングは3つのステップを有する。この3つのステップは、Qコードの連結と、Qコードの再割当と、連結されたQコードのランダム化である。F I G . 1 0 は、グループ内V Lデータシャッフリングの手順を示す図であり、バッファ内に格納されたQコードには、3つの処理が順次施される。この実施の形態としては、処理手順のサブセットをグループ内V Lデータシャッフリングに適用してもよい。各処理手順は、それぞれ独立して伝送中のデータに対するエラー回復に寄与する。したがって、各処理ステップを個別に説明する。

【 0 0 8 4 】

1 . Qコード連結

Qコード連結により、複数のA D R Cブロックが互いに復号されることが保証される。グループ復号によれば、後述するようにデータ回復処理において隣り合うデータブロックから追加的な情報を取得することが可能なため、エラー回復を容易に行うことができる。一実施の形態においては、Qコード連結は、バッファ内に格納された3つのA D R Cブロックからなる各グループに対して個別に適用される。他の実施の形態として、グループ内に他のバッファからのA D R Cブロックを含めることもできる。A D R Cブロックに亘るQコードの連結は、1つの連結A D R Cタイルの生成として記述される。F I G . 1 1 及びF I G . 1 1 a は、連結A D R Cタイルの生成を例示する図である。

【 0 0 8 5 】

F I G . 1 1 は、2 D - A D R Cブロックから連結A D R Cタイルを生成する例を示す図である。具体的には、この連結は、2 D - A D R Cブロック0 , 1 , 2 に含まれる各Q

コード ( $q_0 \sim q_{63}$ ) に対して行われ、この結果 64 個の Q コードを含む連結 A D R C タイル A が生成される。例えば、2 D - A D R C ブロック 0 の第 1 の Q コード  $q_{0,0}$  (量子化された値の 0 番目) は、2 D - A D R C ブロック 1 の第 1 の Q コード  $q_{0,1}$  に連結される。この 2 つの連結された Q コードは、続いて、2 D - A D R C ブロック 2 の第 1 の Q コード  $q_{0,2}$  に連結され、これにより連結 A D R C タイル A の  $Q_0$  が生成される。この処理は、 $Q_{63}$  が生成されるまで繰り返される。これに代えて、連結 A D R C タイル A 内の  $Q_i$  の生成を以下の式に基づいて行ってもよい。

$$Q_i = [q_{i,0}, q_{i,1}, q_{i,2}] \quad i = 0, 1, 2, \dots, 63$$

さらに、連結 A D R C タイル A 内の各  $Q_i$  には、単一の  $Q_i$  を生成するために連結されたビット総数である N ビットを示す値が関連付けられる。

#### 【0086】

FIG. 11a は、動ブロックを含むフレーム対から生成された連結 A D R C タイルの実施の形態を示す図である。動ブロックとは、動きフラグが設定された 3 D - A D R C ブロックである。動きフラグは、上述した画像 - ブロックマッピング処理により生成された 2 つの 2 D ブロック構造内の所定数の画素が第 1 のフレームと第 2 のフレームとの間で変化している場合に設定される。この実施の形態として、第 1 のフレームと、これに続くフレームとの間の各画素の変化の最大値が所定の値を超えた場合に動きフラグを設定するようにしてもよい。一方、非動ブロック (すなわち静ブロック) は、動きフラグが設定されていない 3 D - A D R C ブロックである。第 1 のフレームと、これに続く第 2 のフレームの 2 つの 2 D ブロック間で所定数の画素が変化していない場合、動きフラグの設定は行われない。他の実施の形態として、第 1 のフレームと、これに続く第 2 のフレームとの間の各画素の変化の値が所定の値を超えない場合には、動きフラグの設定を行わないものとしてもよい。

#### 【0087】

動ブロックは、第 1 のフレームにおける符号化された 2 D ブロックと、次のフレームにおける符号化された 2 D ブロックとに基づく Q コードを含む。単一の符号化された 2 D ブロックに対応する Q コードの集合を A D R C タイルと呼ぶ。すなわち、動ブロックは 2 つの A D R C タイルを生成する。一方、静ブロックは、動きがないため、動ブロックの半数の Q コードのみしか含まず、したがって、1 つの A D R C タイルしか生成しない。この実施の形態においては、静ブロックの Q コードは、第 1 のフレームの 2 D ブロックと、次のフレームの対応する 2 D ブロックとの間の対応する画素の画素値の平均を求めることにより生成される。平均化された各画素値は、符号化されて、これにより単一の A D R C タイルを形成する Q コードの集合が生成される。このようにして、動ブロック 1110 は、A D R C タイル 0, 1 を生成し、静ブロック 1120 は、A D R C タイル 2 を生成し、動ブロック 1130 は、A D R C タイル 3, 4 を生成する。

#### 【0088】

FIG. 11a に示す A D R C の連結処理では、A D R C タイル 0 ~ 4 を連結して連結 A D R C タイル B を生成している。具体的には、A D R C タイル 0 ~ 4 内に含まれる各 Q コード ( $q_0 \sim q_{63}$ ) が連結され、連結 A D R C タイル B 内の 64 個の Q コードが生成される。これに代えて、連結 A D R C タイル B 内の各 Q コード、すなわち  $Q_i$  を以下の数式に基づいて生成してもよい。

$$Q_i = [q_{i,0}, q_{i,1}, q_{i,2}, q_{i,3}, q_{i,4}] \quad i = 0, 1, 2, \dots, 63$$

#### 2. Q コード再割当

Q コードの再割当により、伝送欠落に起因するビットエラーが空間的に離れた画素に分散されることが保証される。特に、Q コードの再割当処理において、Q コードは再分散され、再分散された Q コードのビットは、シャッフルされる。したがって、Q コードの再割当により、破損された画素の周囲に破損されていない画素が残るため、エラーの回復が容易となる。画素の破損は A D R C ブロック全体に亘って分散するため、D R 及び M I N の回復が容易となる。



## 【 0 0 8 9 】

FIG. 12 に 1 / 6 パーストエラー欠落による画素の劣化の実施の形態を示す。具体的には、2D - ADDR C ブロック 1 2 1 0、1 2 2 0、1 2 3 0 は、それぞれ 3 ビットを用いて符号化された 6 4 個の画素を含む。すなわち、2D - ADDR C ブロックの各画素 P<sub>0</sub> ~ P<sub>63</sub> は、3 ビットにより表される。2D - ADDR C ブロック 1 2 1 0 は、6 ビット毎の第 1 ビットが欠落した場合におけるビット欠落パターンを影付きの長方形として示す図である。同様に ADDR C ブロック 1 2 2 0 及び ADDR C ブロック 1 2 3 0 は、それぞれ 6 ビット毎に第 2 及び第 4 ビットが欠落した場合を示す。FIG. 12 から、Q コードの再割当を行わなければ、1 / 6 パーストエラー欠落により 2D - ADDR C ブロック 1 2 1 0、1 2 2 0、1 2 3 0 において、それぞれ半数の画素に劣化が生じることがわかる。

## 【 0 0 9 0 】

一実施の形態において、Q コードの再割当はバッファに格納されている各連結 ADDR C タイルに対して別個に行われ、これによりデシャッフリングにおいて、ビットエラーが空間的に分散された画素に位置されることが保証される。他の実施の形態として、バッファ内に格納された各 ADDR C ブロックに対して Q コードの再割当を行ってもよい。

## 【 0 0 9 1 】

FIG. 12 a は、連結 ADDR C タイルに基づくシャッフリングされた Q コードのビットのビットストリームを生成する Q コード再割当の実施の形態を示す。テーブル 1 2 2 及びテーブル 1 3 2 は、Q コードの再配置を示す。ビットストリーム 1 3 0 及び 1 4 0 は、Q コードビットのシャッフリングを示す。

## 【 0 0 9 2 】

テーブル 1 2 2 は、連結 ADDR C タイル A の連結された Q コードを示す。Q<sub>0</sub> は、最初の連結 Q コードであり、Q<sub>63</sub> は、最後の連結 Q コードである。テーブル 1 3 2 は、Q コードの再分配を示す。この実施の形態においては、第 1 の組である区画 0 には、Q<sub>0</sub>、Q<sub>6</sub>、Q<sub>12</sub>、Q<sub>18</sub>、Q<sub>24</sub>、Q<sub>30</sub>、Q<sub>36</sub>、Q<sub>42</sub>、Q<sub>48</sub>、Q<sub>54</sub>、Q<sub>60</sub> が含まれる。テーブル 1 3 2 内において次の区画 1 には、11 個の連結 Q コードが含まれている。同様にして区画 2 ~ 5 にも 11 個の連結 Q コードが含まれる。テーブル 1 3 2 においては、区画間の境界を垂直方向の線分で示している。このように連結 Q コードを空間的に分離された 6 つの区画に割り当てることにより、1 / 6 パーストエラー欠落により生じるビット欠落パターンが連続する画素グループに分散されることが保証される。

## 【 0 0 9 3 】

FIG. 12 b は、再割り当てされた Q コードにおける 1 / 6 パーストエラーにより生じるビット欠落のパターンを示す図である。具体的には、2D - ADDR C ブロック 1 2 1 5、1 2 2 5、1 2 3 5 は、それぞれ 3 ビットを用いて符号化されている 6 4 個の画素を有している。すなわち、各 2D - ADDR C ブロックの内の各画素 P<sub>0</sub> ~ P<sub>63</sub> は、3 ビットにより表される。2D - ADDR C ブロック 1 2 1 5、1 2 2 5、1 2 3 5 において、影付きの長方形で表されるビット欠落パターンは、連続する画素に亘って位置している。すなわち、与えられたセグメント欠落に対して、各 2D - ADDR C ブロック 1 2 1 5、1 2 2 5、1 2 3 5 内のそれぞれ連続する 11 個の画素のみが誤っている。他の実施の形態においては、区画への Q コードの割当処理において、異なる動ブロックからの Q コードを割り当てるようにしてもよく、これにより空間的及び時間的に分離された Q コードを 6 つのセグメントに割り当ててもよい。これにより、1 / 6 パーストエラー欠落に対して破損されていない空間的及び時間的画素が増え、より強力なエラー回復処理が実現される。

## 【 0 0 9 4 】

FIG. 12 a において、テーブル 1 3 2 内の再割当された Q コードは、生成されるビットストリームに亘ってシャッフリングされ、ビットストリーム内で隣接するビットが異なる区画からのビットであるようにされる。テーブル 1 3 2 内の全ての区画内の Q コードは、ビットストリーム 1 3 0 内で連結される。ビットストリーム 1 3 0 内で隣り合う任意のビットの区画は、生成されるビットストリーム 1 4 0 において 6 ビット位置毎に分散される。これにより、ビットストリーム 1 4 0 内のビット番号 0 ~ 5 は、各区画における第

1 の Q コードからの第 1 ビットを含む。同様に、ビットストリーム 1 4 0 のビット番号 6 ~ 1 1 は、各区画の第 1 の Q コードからの第 2 のビットを含む。このような処理は、全ての Q コードのビットに対して繰り返される。これにより、1 / 6 バーストエラー欠落による画素欠落が空間的に分離されることが保証される。

【 0 0 9 5 】

F I G . 1 2 c は、再割当された（すなわち再分配されシャッフリングされた）Q コードの 1 / 6 バーストエラー欠落により生成されたビット欠落パターンを示す図である。特に、2 D - A D R C ブロック 1 2 1 7 , 1 2 2 7 , 1 2 3 7 は、それぞれ 3 ビットを用いて符号化された 6 4 個の画素を含む。すなわち、各 2 D - A D R C ブロックの各画素 P 0 ~ P 6 3 は、3 ビットで表される。2 D - A D R C ブロック 1 2 1 7 , 1 2 2 7 , 1 2 3 7 において、影付き長方形で示されているビット欠落パターンは、空間的に分離された画素に分散されており、したがって、画素エラー回復を容易に行うことができる。

【 0 0 9 6 】

### 3 . Q コードビットの時間変化ランダム化

伝送中に特定のデータブロックのダイナミックレンジ（D R）が欠落又は破損すると、A D R C デコーダは、D R に頼らずいくつのビットがデータブロックの量子化に使用されているかを判定しなくてはならない。一実施の形態において、この処理は、各 V L データブロックに時間変化ランダム化を適用することにより実現される。

【 0 0 9 7 】

ランダム化は、欠落又は破損したデータを推定するために、次のデータ復号処理において生成される可能性のある不正な候補復号の相関を打ち消すために適用される。正しい候補復号は、元の状態で復元されるため、ランダム化によって、正しい候補復号の特性は変更されない。特に、複数のデータブロックに亘るランダム化により、後に逆ランダム化されたデータは、高い相関性を示す候補復号となる。高い相関性は、対応する候補復号は良好な選択であることを示している。ランダム化は、正しい逆ランダム化により高い相関性を示す正しい候補復号が得られ、不正な逆ランダム化により非相関特性を示す不正な復号が導き出されるように選択される。さらに、時間変化ランダム化は、ゼロブロックを取り扱うとよい。一実施の形態において、時間変化ランダム化は、再同期（resynchronizanon）によりデコーダがエラーを見逃す（すなわち、デコーダがデータブロックの組を不正に復号し、このエラーを認識することなく、次のデータブロックを正しく復号する）確率を低下させる。符号化パラメータを用いて、ランダム化及び逆ランダム化を行ってもよい。例えば、ランダム化パターンは、圧縮パラメータの値に基づいて選択することができる。

【 0 0 9 8 】

一実施の形態において、 $Q_i$  は、与えられた V L データブロック  $X_i$  を量子化するために使用される Q ビット値である。この実施の形態において、この値は 0 , 1 , 2 , 3 , 4 のいずれかである。一実施の形態において、シード値を用いて擬似乱数生成器（P N G）を初期化し、擬似乱数シーケンスを発生させる。このシード値は、データブロック毎に現在の  $Q_i$  とともに変化する。他の実施の形態においては、シード値を用いていかなる適切な数学的変換シーケンスを生成してもよい。

【 0 0 9 9 】

他の実施の形態において、シード値は、データブロックを符号化するための様々な圧縮定数の組合せにより生成してもよい。このような圧縮定数としては、これらの限定されるものではないが、例えば、Q ビット値、動きフラグ（M F）、M I N、M A X、C E N、D R、及びデータブロック内で任意の画素位置を特定するブロックアドレス（B A）等がある。これらの値は、加算及び / 又は乗算により結合してもよく、現在のデータブロック及び前の及び / 又は次のデータブロックの組合せから生成してもよい。

【 0 1 0 0 】

例えば、一実施の形態において、M F 及び Q ビット値は、以下のように、シード値を定義するために使用することができる。

【 0 1 0 1 】

$seed = 5 \cdot MF_i + Q$

ここで、 $Q$  は、 $Q$  ビット値を表し、 $MF$  は動くフラグ値を表す。

【0 1 0 2】

他の実施の形態において、シード値は以下のように生成される。

【0 1 0 3】

$(10 \cdot BA_i) + (5 \cdot MF_i) + Q_i$

$(2560 \cdot BA_i) + (10 \cdot DR_i) + (5 \cdot MF_i) + Q_i$

ここで、 $BA_i$  は  $BA$  値を表し、 $DR_i$  は  $DR$  値を表す。

【0 1 0 4】

複数のデータブロックに亘って、シード値を生成するこれらの組み合わせの総和を求めることにより、時間変化シード値 (time-varying seed values) が生成される。すなわち、一実施の形態において、シード値は以下のように定義される。

【0 1 0 5】

【数 6】

$$\sum_{n=0}^{N-1} (5 \cdot MF_n + Q_n) \cdot (10)^n$$

【0 1 0 6】

$FIG. 12d$  は、時間変化ランダム化により、 $VL$  データブロックを符号化する手順の実施の形態を示すフローチャートである。まず、ステップ 1277 において、シード値を 0 に設定する。この他の初期値を用いてもよい。一実施の形態において、シード値は、8 ビットのバイナリ数 (例えば、00000000) である。

【0 1 0 7】

次に、ステップ 1279 において、次の  $VL$  データブロックが読み出される。次に、ステップ 1281 において、 $VL$  データブロック用の  $Q$  ビット値が判定される。一実施の形態において、 $Q$  ビット値は、 $DR$  から直接判定される。他の実施の形態において、エンコードにより予め決定された  $Q$  ビット値を用いて、データバッファに記憶させてもよい。

【0 1 0 8】

次に、ステップ 1283 において、 $Q$  ビット値が 0 ではない場合、処理は、ステップ 1285 に進む。 $Q$  ビット値が 0 の場合、処理は、ステップ 1289 に進む。ステップ 1283 において、 $Q$  ビット値が 0 ではないと判定された場合、ステップ 1285 において、シード値は、 $Q$  ビット値に結合される。一実施の形態において、シード値は、数ビット、例えば 2 ビット、左にシフトされる。次に、シード値は、例えば  $Q$  ビット値から 1 を引いた値のバイナリ数 (binary equivalent) に連結されることにより結合される。(例えば、現在のシード値が 00000010 であり、 $Q$  ビット値から 1 を引いたバイナリ数が 11 である場合、2 つのステップの結果、シード値は、00001011 となる。) 次に、処理はステップ 1291 に進む。

【0 1 0 9】

ステップ 1283 において、 $Q$  ビット値が 0 の場合、ステップ 1289 において、シード値は、ゼロブロックを指示するように処理される。一実施の形態において、シード値は、1 ビット右にシフトされる。(例えば、現在のシード値が 00001011 の場合、右にシフトされたシード値は、00000101 となる。) 実施の形態において、シード値は、特定の定数に設定され、所定の規則に則って左にシフトされ、あるいは適切な処理が施される。

【0 1 1 0】

ステップ 1291 においては、 $VL$  データがシード値に基づいてランダム化される。一実施の形態において、シード値は、 $PRG$  を用いて擬似乱数シーケンスを生成するために

用いられる。所定の P R G は、同じシード値を用いた場合、常に同じ擬似乱数シーケンスを生成する。次に、擬似乱数シーケンスは、V L データブロックの変換関数として使用される。一実施の形態において、V L データは、ビット毎の X O R (排他的論理和) 関数を V L データ及び擬似乱数シーケンスに適用することによりランダム化される。

【0111】

次の時間的に隣接するデータブロック用の Q ビット値のシーケンスは、以下のようになる。

$Q_1 = 3, Q_2 = 2, Q_3 = 1, Q_4 = 0$

シード値は、(ステップ 1277 において) 初期的に 00000000 に設定される。

第 1 のデータブロック  $x_1$  が読み出され、Q が判定される。この実施の形態においては、Q の値を 3 とする。この場合、Q ビット値は 0 ではなく、したがってステップ 1285 及びステップ 1287 が実行される。シード値は、2 ビット左にシフトされ、これによりシード値は、00000000 となる。データブロック 1 については、 $Q_1 - 1 = 2$  となり、これはバイナリ値 10 に対応する。2 つの値は連結され、これによりシード値は 00000010 となる。次に、シード値を用いて、擬似ランダムシーケンス  $y_1$  を生成し、この擬似ランダムシーケンス  $y_1$  について、ビット毎に  $x_1$  との X O R が求められる。

【0112】

次の V L データブロック  $x_2$  及びその Q ビット値  $Q_2$  (値 2) が読み出される。データブロック 2 については、 $Q_2 - 1 = 1$  となり、これはバイナリ値 01 に対応する。現在のシード値は、左に 2 ビットシフトされ、これによりシード値は、00001000 となる。2 つの値は連結され、新たなシード値 00001001 が生成される。次に、この新たなシード値を用いて擬似ランダムシーケンス  $y_2$  を生成し、この擬似ランダムシーケンス  $y_2$  について、ビット毎に  $x_2$  との X O R が求められる。

【0113】

次の V L データブロック  $x_3$  及びその Q ビット値  $Q_3$  (値 1) が読み出される。データブロック 3 については、 $Q_3 - 1 = 0$  となり、これはバイナリ値 00 に対応する。現在のシード値は、左に 2 ビットシフトされ、これによりシード値は、00100000 となる。2 つの値は連結され、新たなシード値 00100100 が生成される。次に、この新たなシード値を用いて擬似ランダムシーケンス  $y_3$  を生成し、この擬似ランダムシーケンス  $y_3$  について、ビット毎に  $x_3$  との X O R が求められる。

【0114】

次の V L データブロック  $x_4$  及びその Q ビット値  $Q_4$  (値 0) が読み出される。Q ビット値が 0 (ゼロブロック) であるため、シード値は、ステップ 1289 において、右に 1 ビットシフトされる。これにより、新たなシード値 00010010 が生成される。次に、この新たなシード値を用いて擬似ランダムシーケンス  $y_4$  を生成し、この擬似ランダムシーケンス  $y_4$  を用いて、ビット毎に  $x_4$  との X O R が求められる。

【0115】

F I G . 10 ~ F I G . 12 には、伝送中に生じる 1 / 6 パケットデータ欠落までを許容するグループ内 V L データシャッフリングの例を示しているが、当業者にとって、区画の総数、ビットの間隔を変更することにより、1 / n パーストエラー欠落に対応するよう設計を変更できることは明らかである。

【0116】

セグメント間 F L データシャッフリング

セグメント間 F L データシャッフリングは、異なるセグメント間でブロック属性を再割当するものである。ブロック属性を並べ替えることによりデータ欠落を分散させることができる。具体的には、あるセグメントの F L データが伝送中に欠落しても、失われた D R 値、M I N 値及び動きフラグ値が同一のデータブロックに属さないようにする。

【0117】

F I G . 13 及び F I G . 14 は、セグメント間 F L データシャッフリングの実施の形態を示す図である。F I G . 13 にセグメント 0 ~ 5 のコンテンツを示す。一実施の形態

において、各セグメントは、880個のDRと、880個のMINと、880個の動きフラグと、660個のYブロック、110個のUブロックと110個のVブロックに対応するVLデータとを有する。図に示すように、MINシャッフリング1300のセグメント0のMIN値は、セグメント2に移動され、セグメント2のMIN値は、セグメント4に移動され、セグメント4のMIN値は、セグメント0に移動される。さらに、セグメント1のMIN値はセグメント3に移動され、セグメント3のMIN値はセグメント5に移動され、セグメント5のMIN値は、セグメント1に移動される。

#### 【0118】

FIG. 13aは、動きフラグのシャッフリングを示す。図に示すように、動きフラグシャッフリング1305のセグメント0の動きフラグ値はセグメント4に移動され、セグメント2の動きフラグ値はセグメント0に移動され、セグメント4の動きフラグ値はセグメント2に移動される。さらに、セグメント1の動きフラグはセグメント5に移動され、セグメント3の動きフラグはセグメント1に移動され、セグメント5の動きフラグはセグメント3に移動される。欠落パターン1310は、伝送中にセグメント0が欠落した結果のFLデータ欠落を示す。

#### 【0119】

特定のブロック属性に対して、FIG. 13及びFIG. 13aに示すように、セグメント間の特定のブロック属性の全てのインスタンスのシャッフリングを行う。例えば、FIG. 13においては、セグメント0の880個のMIN値は、セグメント2の880個のMIN値に一括して置き換えられる。同様に、FIG. 13aにおいては、セグメント0の880個の動きフラグ値は、セグメント4の動きフラグ値に一括して置き換えられる。このようにブロック属性を一括してシャッフリングすることにより、連続するパケットの伝送欠落に対して、欠落は、特定のブロックグループの特定のブロック属性に偏らない。一実施の形態においては、1つのブロックグループは3つのADRCブロックを含む。

#### 【0120】

FIG. 14は、DR値、MIN値、動きフラグ値に対する3を法とするシャッフリングを示す図である。他の実施の形態として、CENをシャッフリングに使用してもよい。3を法とするシャッフリングとは、3つの異なるセグメントにおける3つのグループ（すなわちブロックグループ）に亘ってシャッフリングパターンを共有することを意味する。シャッフリングパターンは、3つの異なるセグメント内の全てのブロックグループに対して繰り返される。なお、異なるブロック属性に対しては異なるシャッフリングパターンを用いる。すなわち、3を法とするシャッフリングにより、3つの全てのセグメントに亘ってブロック属性が分散される。具体的には、任意のブロックグループについて、3を法とするシャッフリングは、伝送中のセグメントの欠落に対して、特定のブロック属性のインスタンスが1つだけしか失われないことを保証する。したがって、後述するデータ回復処理において、データブロック内の失われたデータ回復するための復号候補の数を低減することができる。

#### 【0121】

DRモジュロシャッフ1410に示すように、1セグメントには880個のDR値が格納されている。DR値には、そのDR値が由来するデータブロックに応じた番号0～879が付されている。3を法とするシャッフリングにおいては、3つのセグメントのFLデータのコンテンツがシャッフされる。カウント値0～2は、3を法とするシャッフリングのために識別される3つのセグメント内の各DR値を識別するために付された値である。すなわち、ブロック番号0, 3, 6, 9・・・に属するDR値は、カウント0に属する。同様に、ブロック番号1, 4, 7, 10・・・に属するDR値は、カウント1に属し、ブロック番号2, 5, 8, 11に属するDR値は、カウント2に属する。これにより、所定のカウント値に対して、そのカウント値に関連付けられたDR値は、セグメント0, 2, 4に亘ってシャッフリングされる。同様に、同一のカウント値に関連付けられたDR値は、セグメント1, 3, 5に亘ってシャッフリングされる。

#### 【0122】

D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 において、カウント値 0 に属する D R 値はシャッフリングされない。カウント値 1 に属する D R 値は、シャッフリングされる。具体的には、セグメント A 内のカウント値 1 に属する D R 値は、セグメント B に移動され、セグメント B 内のカウント値 1 に属する D R 値は、セグメント C に移動され、セグメント C 内のカウント値 1 に属する D R 値は、セグメント A に移動される。

【 0 1 2 3 】

カウント値 2 に属する D R 値もまたシャッフリングされる。具体的には、セグメント A 内のカウント値 2 に属する D R 値は、セグメント C に移動され、セグメント B 内のカウント値 2 に属する D R 値は、セグメント A に移動され、セグメント C 内のカウント値 2 に属する D R 値は、セグメント B に移動される。

【 0 1 2 4 】

M I N モジユロシャッフル 1 4 2 0 は、M I N 値用の 3 つのブロック属性のモジユロシャッフリングの実施の形態を示す。1 つのセグメントは、8 8 0 個の M I N 値を含んでいる。M I N モジユロシャッフル 1 4 2 0 においては、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 1 及びカウント値 2 に対して用いたシャッフリングパターンをカウント値 0 及びカウント値 1 にシフトして用いる。詳しくは、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 1 に対して用いたシャッフリングパターンをカウント値 0 に適用する。また、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 2 に対して用いたシャッフリングパターンをカウント値 1 に適用し、カウント値 2 に属する M I N 値については、シャッフリングを行わない。

【 0 1 2 5 】

動きフラグモジユロシャッフル 1 4 3 0 は、動きフラグ値用の 3 つのブロック属性のモジユロシャッフリングの実施の形態を示す。1 セグメントは 8 8 0 個の動きフラグを含んでいる。動きフラグモジユロシャッフル 1 4 3 0 においては、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 1 及びカウント値 2 に対して用いたシャッフリングパターンをそれぞれカウント値 2 及びカウント値 0 にシフトして用いる。具体的には、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 2 に対して用いたシャッフリングパターンをカウント値 0 に適用する。また、D R モジユロシャッフル 1 4 1 0 においてカウント値 1 に対して用いたシャッフリングパターンをカウント値 2 に適用し、カウント値 1 に属する動きフラグ値については、シャッフリングを行わない。

【 0 1 2 6 】

F I G . 1 4 a は、モジユロシャッフル 1 4 1 0 , 1 4 2 0 , 1 4 3 0 により得られたモジユロシャッフリングの結果を示す図である。モジユロシャッフル結果 1 4 1 6 は、各ブロック属性移動先がセグメント 0 に属することを示す。この例では、セグメント 0 は、F I G . 1 4 に示すセグメント A に対応する。この移動先は、F I G . 1 4 に示すモジユロシャッフル 1 4 1 0 , 1 4 2 0 , 1 4 3 0 により決定される。F I G . 1 4 a は、セグメント 0 が伝送中に欠落した場合のブロック属性の欠落分布を示す。具体的には、欠落パターン 1 4 1 5 は、モジユロシャッフル 1 4 1 0 , 1 4 2 0 , 1 4 3 0 によりシャッフリングされた受信データをデシャッフリングした後に、6 つのセグメントに亘る D R 値、動きフラグ値、M I N 値の欠落を示す。他の実施の形態として、C E N 値をシャッフリング及びデシャッフリングに使用してもよい。F I G . 1 4 a に示すように、ブロック属性の欠落は、セグメント 0 , 2 , 4 に亘って周期的に分散されており、セグメント 1 , 3 , 5 にはブロック属性欠落は生じていない。さらに、空間欠落パターン 1 4 1 7 は、伝送中にセグメント 0 が欠落して失われた F L データのデシャッフリング後の空間的分布を示す。空間欠落パターン 1 4 1 7 は、後で受信データに対して施されるデシャッフリング後の D R 値、動きフラグ値、M I N 値の欠落を示す。空間欠落パターン 1 4 1 7 においては、破損されたデータブロックは破損されていないデータブロックに取り囲まれており、破損されたブロック属性は、破損されていないブロック属性に基づいて回復することができる。

【 0 1 2 7 】

F I G . 1 4 及び F I G . 1 4 a は、3 つのモジユロシャッフリングパターン及び伝送

中にセグメントが失われた後のブロック属性の欠落分布を示す。他の実施の形態として、カウント値又はセグメント数を変更することによりブロック属性の欠落分布を変更してもよい。FIG. 14bにモジュロシャッフル結果1421と欠落パターン1420とを示す。同様に、FIG. 14cにモジュロシャッフル結果1426と欠落パターン1425とを示す。欠落パターン1420及び欠落パターン1425は、上述した3つのセグメントではなく、6つのセグメントに亘るブロック属性欠落の分布を示す。

#### 【0128】

シャッフリングを行うための、ブロック属性を組み合わせて分散させる手法については、様々な他の実施の形態が可能である。

#### 【0129】

##### セグメント間V Lデータシャッフリング

セグメント間V Lデータシャッフリングでは、所定数のセグメント、例えば6つのセグメントが並べ替えられ、これにより1/6パケット伝送欠落までの欠落に対し、空間的に分離された周期的なV Lデータ欠落が保証される。FIG. 15及びFIG. 16は、セグメント間V Lデータシャッフリングの一実施の形態を示す。

#### 【0130】

この実施の形態においては、30Mbpsに近い伝送速度が望ましい。したがって、望ましい伝送速度では、60のバッファのそれぞれにおけるV Lデータとして31, 152ビットが利用可能となる。残りの領域には、バッファ内に含まれる88個のブロック用のF Lデータに使用される。FIG. 15は、30Mbpsに近い伝送速度用のフレームセット内のV Lデータバッファ配列構造を示す図である。上述のとおり、部分バッファリングにより各バッファの使用可能なV Lデータの使用効率が最適化されており、V Lデータの未使用領域は、ポストアンプルにより充足されている。

#### 【0131】

FIG. 16は、空間的に分散された周期的なV Lデータ欠落を保証するシャッフリングの実施の形態を示す図である。第1列は、FIG. 15に示す60個のバッファから1, 869, 120ビットの連結ストリームに並べ替えられたV Lデータを示す図である。第2列は、6ビット毎にビットを抽出してまとめた新たなビットストリームを示す図である。これにより、デコーダが後で逆の処理を行う際に、伝送中に起こった1/6までのバースト欠落は、2つの破損されたビット間に少なくとも5つの未破損ビットがある周期的な欠落パターンに変換される。

#### 【0132】

第3列は、ストリーム2のビットを10ビット毎に抽出してグループ化して生成された新たなビットストリーム、すなわちストリーム3を示す。この場合も、グループの境界は、セグメントにおけるビット番号により規定される。ストリーム2を10ビット毎にグループ化することにより、1/60のデータ欠落が生じた場合、2つの破損されたビット間に少なくとも59個の未破損ビットが存在することが保証される。これにより、連続する88個のパケットのデータが欠落した場合に、空間的に分離された周期的なV Lデータ欠落が実現される。

#### 【0133】

第4列は、ストリーム3のビットを11ビット毎に抽出して生成されたストリーム4を示す。この場合も、グループの境界は、セグメントにおけるビット番号により規定される。ストリーム3を11ビット毎にグループ化することにより、1/660のデータ欠落が生じた場合、2つの破損されたビット間に少なくとも659個の未破損ビットが存在することが保証され、連続する8個のパケットの伝送欠落が生じた場合、空間的に分離された周期的なV Lデータ欠落を実現する。

#### 【0134】

ストリーム4内の31, 152ビットからなる各グループは、連続的にバッファ0~59に再格納される。すなわち、最初のビットグループは、バッファ0に格納され、最後のビットグループは、バッファ59に格納される。

## 【 0 1 3 5 】

F I G . 1 6 に示すグループ化の手法を変更することにより、 $1/n$ までの伝送欠落を許容する空間的に分離された周期的なV Lデータ欠落が保証されることは、当業者にとって明らかである。

## 【 0 1 3 6 】

伝送

上述したシャッフリングにより、F Lデータ及びV Lデータが相互に混合されたバッファが形成される。一実施の形態においては、パケット構造200に従って各バッファからパケットを生成し、各パケットを伝送媒体135を介して送信する。送信されたデータは受信側で復号される。欠落又は破損したデータはデータ回復処理により回復される。

## 【 0 1 3 7 】

復号

F I G . 4 は、デコーダ120により実行される復号処理の一実施の形態を説明するフローチャートである。一実施の形態において、変換及びデシャッフリングは、F I G . 3 に示す処理と逆の処理である。また、一実施の形態において、後述するように、ステップ435において、Qコードの時間変化逆ランダム化及び遅延判定復号処理を実行してもよい。

## 【 0 1 3 8 】

Qコードの時間変化逆ランダム化及び遅延判定復号

伝送中に特定のデータブロックのダイナミックレンジ(D R)が欠落又は破損すると、A D R Cデコーダは、D Rに頼らずいくつのビットがデータブロックの量子化に使用されているかを判定しなくてはならない。一実施の形態において、この処理は、デコーダが受け取った各V Lデータブロックに時間変化逆ランダム化を適用することにより実現される。

## 【 0 1 3 9 】

ランダム化及びこれに続く逆ランダム化は、欠落又は破損したデータを推定するために、次のデータ復号処理において生成される可能性のある不正な候補復号の相関を打ち消すために適用される。正しい候補復号は、元の状態で復元されるため、逆ランダム化によって、正しい候補復号の特性は変更されない。逆ランダム化されたデータは、対応する候補復号が正しい選択であったことを示す高い相関性を示す候補復号を選択する傾向がある。

## 【 0 1 4 0 】

逆ランダム化を行うことにより、正しい逆ランダム化からは高い相関性を示す正しい候補復号が得られ、不正な逆ランダム化からは非相関特性を示す不正な復号が導き出される。さらに、時間変化逆ランダム化は、好ましくはゼロブロックを取り扱う。一実施の形態において、時間変化逆ランダム化は、再同期(resynchronizanon)によりデコーダがエラーを見逃す(すなわち、デコーダがデータブロックの組を不正に復号し、このエラーを認識することなく、次のデータブロックを正しく復号する)確率を低下させる。符号化パラメータを用いて、逆ランダム化を行ってもよい。例えば、逆ランダム化パターンは、圧縮パラメータの値に基づいて選択することができる。

## 【 0 1 4 1 】

一実施の形態において、D Rが欠落又は破損することなくデコーダに供給されると、A D R Cアルゴリズム用に定義された所定の閾値テーブルを用いてQビット値が判定される。この実施の形態においては、デコーダは、そのランダム値又はシード値のコピー用の適切な更新値を容易に判定することができる。一実施の形態において、D Rが破損している場合、デコーダは、全ての可能なQビット値及び関連する可能なランダム値又はシード値を用いて、候補復号の生成を試みる。この実施の形態において、局所的な相関メトリックが各候補復号に適用され、そのデータブロックに対する信頼度メトリックが算出される。

## 【 0 1 4 2 】

一実施の形態において、上述の処理によってもデータブロックを逆量子化できないことがあるため、デコーダは遅延判定復号を行う。一実施の形態において、この遅延判定デコ



ーダは、データのデコードを4ブロック遅延させる。デコーダが連続する4つの信頼度の低いメトリックを算出した場合、デコーダは、最も古いデータブロックの復号が正しくなかったと判定する。この場合、これに代わる復号、例えば次に尤度の高い復号が評価される。一実施の形態においては、直近の3つのデータブロックが代わりの推定値を用いて、逆ランダム化に用いられるシード値により逆ランダム化される。この処理は、直近のデータブロックの信頼度メトリックが所定の閾値Tより大きくなる4つの復号ブロックのシーケンスが生成されるまで繰り返される。

#### 【0143】

FIG. 17は、シード値を用いたVLデータブロックの時間変化逆ランダム化の手順の実施の形態を示すフローチャートである。まず、ステップ1705において、シード値を0に設定する。一実施の形態において、シード値は、8ビットのバイナリ数（例えば、00000000）である。

#### 【0144】

次に、ステップ1710において、次のVLデータブロックが読み出される。次に、ステップ1715において、このVLデータブロックのDRが欠落又は破損しているか否かが判定される。DRが完全（intact）である場合、処理はステップ1720に進む。一方、DRが完全ではない（欠落又は破損している）場合、処理はステップ1755に進む。

#### 【0145】

ステップ1715において、現在のVLデータブロックのDRが完全であると判定された場合、ステップ1720からステップ1750によりVLデータが逆ランダム化される。これらのステップでは、FIG. 12dを用いて上述したステップ1281からステップ1293と同様の処理が行われる。

一方、ステップ1715において、DRが欠落又は破損していると判定された場合、上述のように、処理は、ステップ1755に進む。ステップ1755において、現在のデータブロックに対する全ての可能なシード値が算出される。一実施の形態においては、現在のVLデータブロックの現在のシード値について、5つの可能な候補シード値が算出される。この実施の形態において、5つの可能なシード値は以下の通りである。

$\begin{array}{ll} \text{x x 0 0} & Q = 1 \\ \text{x x 0 1} & Q = 2 \\ \text{x x 1 0} & Q = 3 \\ \text{x x 1 1} & Q = 4 \\ \text{x} & Q = 0 \end{array}$

ここで、xxは現在のデータブロックの処理の適用以前に存在したシード値を表す。最後の値は、シード値が右に1ビットシフトされるゼロブロック用の値である。

#### 【0146】

次に、ステップ1760において、現在のデータブロックは、全ての可能なシード値に対して逆ランダム化される。各可能なシード値の逆ランダム化は、ステップ1720～ステップ1750の処理と同様である。次に、ステップ1765において、可能なシード値の相関値が算出される。

#### 【0147】

相関値の算出は、最小推定法（least squares estimates）、線形回帰法（linear regression）又は他の適切ないかなる手法により行ってもよい。相関値を判定する具体的な手法の例は、本願出願人による国際特許出願PCT/US98/22347号「伝送欠落に対するロバストエラー回復を行うためのソース符号化（Source Coding To Provide For Robust Error Recovery During Transmission Losses）」にも開示されている。

#### 【0148】

次に、ステップ1770において、候補シード値を用いて、データブロックの信頼度メトリックが算出される。ステップ1775において、信頼度メトリック $c_i$ が閾値を超えた場合、ステップ1725において、現在のVLデータブロックを逆ランダム化するための候補Qビット値を用いた処理が開始される。

## 【 0 1 4 9 】

一方、候補メトリック  $c_i$  が閾値 を超えない場合、処理は、ステップ 1 7 8 0 に進む。ステップ 1 7 8 0 においては、メモリに記憶されている最も古いデータブロックの信頼度メトリックが調べられる。一実施の形態においては、4 つ前までのデータブロックがメモリに記憶される。すなわち、この実施の形態においては、信頼度メトリック  $c_{i-3}$  が調べられる。最も古いデータブロックの信頼度メトリックが閾値 を超えない場合、ステップ 1 7 8 0 において、この最も古いデータブロックに対し代わりの又は次に尤度が高い復号が選択され、この最も古いデータブロックを逆ランダム化する。

## 【 0 1 5 0 】

ステップ 1 7 8 5 において、メモリ内に記憶されている残りの 3 つのデータブロックは、ステップ 1 7 8 0 において得られたこの新たな代わりのシード値に基づいて、再び逆ランダム化される。残りのデータブロックに対する逆ランダム化は、ステップ 1 7 2 5 ~ ステップ 1 7 5 0 における処理と同様である。処理は、ステップ 1 7 5 5 に戻り、直近のデータブロック  $c_i$  の信頼度メトリックが閾値 を超えるまで、ステップ 1 7 6 0 ~ ステップ 1 7 5 8 が繰り返し実行される。

## 【 0 1 5 1 】

一実施の形態においては、信頼度メトリックは、局所的な相関メトリックが可能な候補復号の内から正しい復号を生成できなかった場合を判定する。一実施の形態において、相関に基づく復号のための最も尤度の高い候補復号は、次に尤度の高い候補復号に比べて、より高い相関性を示す。信頼度メトリックは、最良の候補が与えられたあらゆるデータブロックに対して高い相関を示す度合いを数値的に示すものである。一実施の形態において、デコーダは、各可能な候補復号を実行し、局所的な相関に基づいて適切な復号を判定するよう試みる。この実施の形態においては、デコーダは、2 つの最も尤度の高い復号、すなわち、最も高い局所的な相関を示す 2 つの復号に基づいて信頼度メトリックを算出する。この信頼度メトリックは、最も尤度の高い復号が次に尤度の高い復号よりどれだけ優れているかを示す。

## 【 0 1 5 2 】

一実施の形態において、データブロックの局所的な相関構造に基づき、著しく優れた選択を生成しない復号は、低い信頼度メトリックを有する。1 つの復号が他の全ての可能な復号に比べてより高い相関を生成するデータブロックは、大きな高い信頼度メトリックを有する。一実施の形態において、デコーダが連続する  $n$  個の低い信頼度メトリックを算出した場合、デコーダは、最も古いデータブロックの復号処理において復号エラーが生じたと判定する。

## 【 0 1 5 3 】

例えば、デコーダが 4 つの逆ランダム化されたデータブロックの相関 (  $C$  ) を以下のよう

$C_{-3}$  低  
 $C_{-2}$  低  
 $C_{-1}$  高  
 $C_0$  高

ここで、 $C_0$  は最も直近の逆ランダム化されたデータブロックを表し、 $C_{-3}$  は最も古い逆ランダム化されたデータブロックを表す。この場合、デコーダは、データブロック (  $-3$  ) は正しく逆ランダム化されたと判定する。また、デコーダが 4 つの逆ランダム化されたデータブロックの相関を以下のように判定したとする。

$C_{-3}$  高  
 $C_{-2}$  低  
 $C_{-1}$  低  
 $C_0$  低

この場合、デコーダは、次のデータブロックを逆ランダム化するまで、データブロック (  $-2$ 、 $-1$ 、 $0$  ) が正しく復号されたか否かを判断しない。

## 【 0 1 5 4 】

次の逆ランダム化されたデータブロックが高い相関を示した場合、4つの逆ランダム化されたデータブロックの相関は以下ようになる。

$C_{-3}$  低

$C_{-2}$  低

$C_{-1}$  低

$C_0$  高

この場合、デコーダは、3つの低い相関を有するデータブロック ( - 3、 - 2、 - 1 ) は正しく逆ランダム化されたと判断する。

## 【 0 1 5 5 】

一方、次の逆ランダム化されたデータブロックが低い相関を示した場合、4つの逆ランダム化されたデータブロックの相関は以下ようになる。

$C_{-3}$  低

$C_{-2}$  低

$C_{-1}$  低

$C_0$  低

この場合、デコーダは、最も古いデータブロック ( - 3 ) は不正に逆ランダム化されたと判断し、この最も古いデータブロックに対する代わりの逆ランダム化を調べ、逆ランダム化について次に尤度の高い候補を探す。一実施の形態においては、4つのデータブロック全てが低い相関を示した場合にのみ、最も古いデータブロックに対する代わりの候補が調べられる。他の実施の形態においては、この低い相関を示すデータブロックの数を大きく又は小さくしてもよく、また低い相関と高い相関の数の組み合わせを変更してもよい。

## 【 0 1 5 6 】

本発明を好適な実施の形態を用いて説明した。上述の説明から、様々な変更、修正、変換及び用途が当業者にとって明らかである。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 図 1 】

F I G . 1 A は、信号の符号化、伝送、復号の処理を包括的に示す図である。

## 【 図 2 】

F I G . 1 B は、プロセッサにより実行されるソフトウェアとして実現された信号の符号化、伝送、復号の処理を示す図である。

## 【 図 3 】

F I G . 1 C は、プロセッサにより実行されるソフトウェアとして実現された信号の符号化、伝送、復号の処理を示す図である。

## 【 図 4 】

F I G . 1 D は、ハードウェア論理回路として実現された信号の符号化、伝送、復号の処理を示す図である。

## 【 図 5 】

F I G . 1 E は、ハードウェア論理回路として実現された信号の符号化、伝送、復号の処理を示す図である。

## 【 図 6 】

F I G . 2 は、パケット構造の具体例を示す図である。

## 【 図 7 】

F I G . 3 は、本発明に基づく符号化処理の一例を説明するフローチャートである。

## 【 図 8 】

F I G . 4 は、本発明に基づく復号処理の一例を説明するフローチャートである。

## 【 図 9 】

F I G . 5 は、本発明に基づく画像 - ブロックマッピングの一例を示す図である。

## 【 図 1 0 】

F I G . 5 a は、画像 - ブロックマッピングにおいて用いられるシャッフリングパターン

の一例を示す図である。

【図 1 1】

F I G . 6 は、相補的及び連鎖的なブロック構造の例を示す図である。

【図 1 2】

F I G . 7 a は、フレームセット内の Y ブロックのシャッフリングパターンの具体例を説明する図である。

【図 1 3】

F I G . 7 b は、フレームセット内の Y ブロックのシャッフリングパターンの具体例を説明する図である。

【図 1 4】

F I G . 7 c は、フレームセット内の Y ブロックのシャッフリングパターンの具体例を説明する図である。

【図 1 5】

F I G . 7 d は、フレームセット内の Y ブロックのシャッフリングパターンの具体例を説明する図である。

【図 1 6】

F I G . 8 は、バッファ 0 内の累積的 D R 分布の具体例を示す図である。

【図 1 7】

F I G . 8 a は、本発明に基づく部分バッファリング処理の具体例を示す図である。

【図 1 8】

F I G . 9 は、本発明に基づくバッファ内 Y U V ブロックシャッフリングの具体例を示す図である。

【図 1 9】

F I G . 1 0 は、本発明に基づくグループ内 V L データシャッフリングの具体例を示す図である。

【図 2 0】

F I G . 1 1 は、本発明に基づく 3 ブロックグループ内における Q コードの結合の具体例を示す図である。

【図 2 1】

F I G . 1 1 a は、本発明に基づく動ブロックを含むフレーム対における Q コードの結合の具体例を示す図である。

【図 2 2】

F I G . 1 2 は、1 / 6 パーストエラー欠落に起因する画素データエラーの具体例を示す図である。

【図 2 3】

F I G . 1 2 a は、本発明に基づく Q コードのシャッフリング及び Q コードビットの分散の具体例を示す図である。

【図 2 4】

F I G . 1 2 b は、Q コードを再分散した場合における 1 / 6 パーストエラーに起因する画素データエラーの具体例を示す図である。

【図 2 5】

F I G . 1 2 c は、Q コードを再割当した場合における 1 / 6 パーストエラーに起因する画素データエラーの具体例を示す図である。

【図 2 6】

F I G . 1 2 d は、Q コードの時間変化ランダム化の具体例を示すフローチャートである。

【図 2 7】

F I G . 1 3 は、本発明に基づく M I N シャッフリングの具体例を示す図である。

【図 2 8】

F I G . 1 3 a は、動きフラグシャッフリング及び 1 フレーム対内における固定長データ

欠落を示す図である。

【図 29】

FIG. 14 は、モジュロシャッフリングの具体例を示す図である。

【図 30】

FIG. 14 a は、モジュロシャッフリングの結果及びモジュロシャッフリングに関連する固定長データ欠落を示す図である。

【図 31】

FIG. 14 b は、変換されたモジュロシャッフリングの結果及びこのモジュロシャッフリングに関連する固定長データ欠落を示す図である。

【図 32】

FIG. 14 c は、変換されたモジュロシャッフリングの結果及びこのモジュロシャッフリングに関連する固定長データ欠落を示す図である。

【図 33】

FIG. 15 は、フレームセット内の可変長データバッファリングの具体例を示す図である。

【図 34】

FIG. 16 は、本発明に基づくセグメント間 VL データシャッフリングを説明する図である。

【図 35】

FIG. 17 は、本発明に基づく Q コードの遅延判定、時間変化ランダム化の具体例を示すフローチャートである。