

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5908107号
(P5908107)

(45) 発行日 平成28年4月26日 (2016. 4. 26)

(24) 登録日 平成28年4月1日 (2016. 4. 1)

(51) Int. Cl.	F I
HO 3M 13/29 (2006. 01)	HO 3M 13/29
HO 3M 13/27 (2006. 01)	HO 3M 13/27
HO 4L 1/00 (2006. 01)	HO 4L 1/00 B
	HO 4L 1/00 F

請求項の数 18 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2014-542814 (P2014-542814)	(73) 特許権者	591037214
(86) (22) 出願日	平成24年11月21日 (2012. 11. 21)		フラウンホッフアーゲーゼルシャフト ツ
(65) 公表番号	特表2014-533915 (P2014-533915A)		ァ フェルダールング デァ アンゲヴァ
(43) 公表日	平成26年12月15日 (2014. 12. 15)		ンテン フォアシュンク エー. ファオ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2012/073261		ドイツ連邦共和国 80686 ミュンヘ
(87) 国際公開番号	W02013/076156	(74) 代理人	100079577
(87) 国際公開日	平成25年5月30日 (2013. 5. 30)		弁理士 岡田 全啓
審査請求日	平成26年8月1日 (2014. 8. 1)	(74) 代理人	100167966
(31) 優先権主張番号	61/562, 093		弁理士 扇谷 一
(32) 優先日	平成23年11月21日 (2011. 11. 21)	(72) 発明者	ヘルゲ コルネリウス
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ドイツ連邦共和国 10437 ベルリン
			コルシューラー シュトラッセ 3

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 層認識のある前方誤り訂正のためのインターリーブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1のカテゴリ（第1のカテゴリペイロードデータ）に属するペイロードデータを受信し、第2のカテゴリに属するペイロードデータを受信し、前記第1のカテゴリペイロードデータのための第1の誤り訂正データを決定し、前記第2のカテゴリペイロードデータのための第2の誤り訂正データを決定するための誤り訂正データ発生器と、

少なくとも前記第2の誤り訂正データおよび前記第2のカテゴリペイロードデータを互いにインターリーブするためのインターリーブとを備え、

前記第1の誤り訂正データおよび前記第1のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第1のインターリーブ長は、前記第2の誤り訂正データおよび前記第2のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第2のインターリーブ長と異なり、

前記第1のカテゴリペイロードデータは、基層に対応し、かつ、前記第2のカテゴリペイロードデータは、スケラブルビデオ符号化（SVC）またはマルチビュービデオ符号化（MVC）スキームの拡張層に対応し、

前記第1のカテゴリペイロードデータのデコーダ側の誤り訂正が前記第1の誤り訂正データおよび前記第2の誤り訂正データを使用できるように、前記誤り訂正データ発生器は、更に前記第1のカテゴリペイロードデータを受信して、前記第1のカテゴリペイロードデータおよび前記第2のカテゴリペイロードデータに基づいて前記第2の誤り訂正データを決定するように構成され、これにより、前記第1の誤り訂正データのみを使用することと比較して前記第1のカテゴリペイロードデータのための誤り訂正パフォーマンス

10

20

スを改善し、

前記第 1 のカテゴリの特定のソースブロックの全てのシンボルが受信されたときに、対応するソースブロックの前記第 2 のカテゴリの全てのソースシンボルも受信されるように、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データを遅延させるための遅延素子をさらに備えたこと、

を特徴とする誤り訂正エンコーダ。

【請求項 2】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータが、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームの比較的短い部分から再構成できるように、前記第 1 のインターリーブ長は前記第 2 のインターリーブ長と異なり、かつ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データが、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データからなる前記インターリーブされたデータストリームの比較的短い部分に影響を及ぼしている一つまたはそれ以上のデータエラーに関して比較的強いように、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データからなる前記インターリーブされたデータストリームまたは他のインターリーブされたデータストリームの比較的長い部分から再構成できること、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 3】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、依存関係を介して相互に関係づけられていること、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 4】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、ペイロード内容の多重記述符号化 (MDC) の第 1 の記述の一部であり、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、前記ペイロード内容の前記多重記述符号化の第 2 の記述の一部であること、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 5】

前記誤り訂正データ発生器は、層認識のある前方誤り訂正 (L A - F E C) を実行するために設定されること、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 6】

少なくとも前記第 1 のカテゴリペイロードデータ、前記第 1 の誤り訂正データ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータ、および前記第 2 の誤り訂正データを多重化し、多重化データストリームを形成するためのマルチプレクサをさらに備えたこと、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 7】

デコーダ側へ前記第 1 のインターリーブ長および前記第 2 のインターリーブ長の少なくとも一方に関するインターリーブ長情報を送信するための信号伝送要素をさらに備えたこと、

を特徴とする請求項 1 に記載の誤り訂正エンコーダ。

【請求項 8】

第 2 のカテゴリペイロードデータおよび第 2 の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブするためのデインターリーバと、

前記デインターリーバからのデインターリーブされた形式における第 1 のカテゴリペイロードデータ、第 1 の誤り訂正データ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータ、および前記第 2 の誤り訂正データを受信し、少なくとも前記第 1 の誤り訂正データを使用して前記第 1 のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正し、かつ少なくとも前記第 2 の誤り訂正データを使用して前記第 2 のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正するための誤り訂正器とを備え、

10

20

30

40

50

前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データのインターリーブに関する第 1 のインターリーブ長は、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データのインターリーブに関する第 2 のインターリーブ長と異なり、
前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、基層に対応し、かつ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、スケラブルビデオ符号化 (S V C) またはマルチビュービデオ符号化 (M V C) スキームの拡張層に対応し、かつ、

前記誤り訂正器は、前記第 1 のカテゴリペイロードデータにおける前記可能な単数のエラーまたは前記可能な複数のエラーを訂正するために前記第 2 の誤り訂正データを使用するように構成されており、エンコーダ側の誤り訂正符号化が前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータに基いて前記第 2 の誤り訂正データを決定し、かつ、前記第 1 のカテゴリの特定のソースブロックの全てのシンボルが受信されたとき、ソースブロックに対応する前記第 2 のカテゴリの全てのソースシンボルも受信されるように、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データは、遅延されること、

を特徴とする誤り訂正デコーダ。

【請求項 9】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータが、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームの比較的短い部分から再構成できるように、前記第 1 のインターリーブ長は、前記第 2 のインターリーブ長と異なり、かつ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データは、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データからなる前記インターリーブされたデータストリームの比較的短い部分に影響を及ぼしているエラーに関して比較的強いように、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、前記インターリーブされたデータストリームの比較的長い部分または前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームから再構成できること、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 10】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、依存関係を介して相互に関係づけられること、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 11】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、ペイロード内容の多重記述符号化 (M D C) の第 1 の記述の一部であり、かつ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、前記ペイロード内容の前記多重記述符号化の第 2 の記述の一部であること、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 12】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、オーディオデータからなり、かつ、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、ビデオデータからなること、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 13】

前記誤り訂正器は、層認識のある前方誤り訂正 (L A - F E C) を実行するように構成されていること、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 14】

前記第 1 のカテゴリペイロードデータ、前記第 1 の誤り訂正データ、前記インターリーブされた第 2 のカテゴリペイロードデータおよび第 2 の誤り訂正データからなる多重化データストリームをデマルチプレックスするためのデマルチプレクサ、をさらに備えたこと、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

エンコーダ側からの前記第 1 のインターリーブ長および前記第 2 のインターリーブ長の少なくとも 1 つに関するインターリーブ長情報を受信するための信号伝送要素をさらに備えたこと、

を特徴とする請求項 8 に記載の誤り訂正デコーダ。

【請求項 16】

第 1 のカテゴリに属するペイロードデータを受信すること、

第 2 のカテゴリに属するペイロードデータを受信すること、

前記第 1 のカテゴリペイロードデータのための第 1 の誤り訂正データを決定すること

、
前記第 2 のカテゴリペイロードデータのための第 2 の誤り訂正データを決定すること、および、

少なくとも前記第 2 の誤り訂正データおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータを互いにインターリーブすることを含み、

前記第 1 の誤り訂正データおよび前記第 1 のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第 1 のインターリーブ長は、前記第 2 の誤り訂正データおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第 2 のインターリーブ長と異なり、

前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、基層に対応し、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、スケーラブルビデオ符号化 (S V C) またはマルチビュービデオ符号化 (M V C) スキームの拡張層に対応し、

前記第 1 のカテゴリペイロードデータのデコーダ側の誤り訂正が前記第 1 の誤り訂正データおよび前記第 2 の誤り訂正データを使用できるように、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータに基いて前記第 2 の誤り訂正データが決定され、前記第 1 の誤り訂正データのみを使用することと比較し第 1 のカテゴリペイロードデータのための誤り訂正パフォーマンスを高め、かつ、

前記第 1 のカテゴリの特定のソースブロックの全てのシンボルが受信されたときに、対応するソースブロックの前記第 2 のカテゴリの全てのソースシンボルも受信されるように、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データは、遅延されること、

を特徴とする誤り訂正符号化方法。

【請求項 17】

第 2 のカテゴリペイロードデータおよび第 2 の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームを受信すること、

前記インターリーブされたデータストリームをデインターリーブすること、

第 1 のカテゴリペイロードデータおよび第 1 の誤り訂正データを受信するかまたは獲得すること、

少なくとも前記第 1 の誤り訂正データを使用して前記第 1 のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正すること、および、

少なくとも前記第 2 の誤り訂正データを使用して前記第 2 のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正することを含み、

前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 1 の誤り訂正データのインターリーブに関する第 1 のインターリーブ長が、前記第 2 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 の誤り訂正データのインターリーブに関する第 2 のインターリーブ長と異なり、

前記第 1 のカテゴリペイロードデータは、基層に対応し、前記第 2 のカテゴリペイロードデータは、スケーラブルビデオ符号化 (S V C) またはマルチビュービデオ符号化 (M V C) スキームの拡張層に対応し、かつ、

前記第 2 の誤り訂正データは、前記第 1 のカテゴリペイロードデータにおける前記可能な単数のエラーまたは前記可能な複数のエラーを訂正するために使用され、エンコーダ側の誤り訂正符号化は、前記第 1 のカテゴリペイロードデータおよび前記第 2 のカテゴリペイロードデータに基づく前記第 2 の誤り訂正データを決定し、かつ、前記第 1 のカ

10

20

30

40

50

テゴリーの特定のソースブロックの全てのシンボルが受信されたときに、対応するソースブロックの前記第2のカテゴリの全てのソースシンボルも受信されるように、前記第1のカテゴリペイロードデータおよび前記第1の誤り訂正データは、遅延されること、
 を特徴とする誤り訂正復号化方法。

【請求項18】

請求項16または17に記載の方法をコンピュータ上で実行するとき、実行するためのプログラムコードを有するコンピュータプログラムをコンピュータ上に格納している計算機可読のデジタル記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、誤り訂正データ発生器、誤り訂正デコーダ、誤り訂正符号化方法、誤り訂正復号化方法、および対応する計算機可読のデジタル記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

最初に、いわゆるLA-FEC(Layer Aware Forward Error Correction)方法の概要が、与えられるであろう。その内容は、[5](非特許文献1)および[18](特許文献1)においてすでに発表された。SVC(Scalable Video Coding)は、SVCビデオストリームの部分同士の間
 に依存性を導入する符号化効率を達成するための様々な時間的および層間予測を使用する
 。図1は、基層および基層の時間および空間分解能を増加させる1つの拡張層とともに、
 典型的な符号化構造を示す。さらに、図1は、階層予測構造および層間予測による時間-
 空間スケラビリティの範囲内での依存性を図式化して示す。図1における矢印は、異なる
 アクセス装置間の依存性を示す。

20

【0003】

SVCにおいて、基層は、拡張層より重要である。基層情報を失った場合には、拡張層情報は、失った予測情報のため役立たなくなるのが一般的である。

【0004】

それゆえ、ロバスト性における相違は、SVCの伝送のために、一般的に有益であり、
 そこでは、基層は、拡張層より強い保護を得る。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/017686号明細書

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Cornelius Hellge, David Gomez-Barquero, Thomas Schierl, and Thomas Wiegand: Layer-Aware Forward Error Correction for Mobile Broadcast of Layered Media, IEEE Transactions on Multimedia, vol. 13, pp. 551-562, 2011.

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

請求項1に記載の誤り訂正エンコーダ、請求項8に記載の誤り訂正デコーダ、請求項16
 に記載の誤り訂正符号化方法、請求項17に記載の誤り訂正復号化方法、請求項18に
 記載の計算機可読のデジタル記憶媒体は、上記でなされた説明に関して改良された誤り
 訂正符号化/復号化を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施例は、第1のカテゴリ(第1のカテゴリペイロードデータ)に属するペイロード
 データを受信し、第2のカテゴリに属するペイロードデータを受信し、第1のカテゴリ

50

リーペイロードデータのための第1の誤り訂正データを決定し、かつ、第2のカテゴリペイロードデータのための第2の誤り訂正データを決定するための誤り訂正データ発生器を備えた誤り訂正エンコーダを提供する。誤り訂正エンコーダは、少なくとも第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータを互いにインターリーブするためのインターリーバをさらに備え、第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第1のインターリーブ長は、第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第2のインターリーブ長と異なる。

【0009】

更なる実施例は、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブするためのデインターリーバを備えた誤り訂正デコーダを提供する。誤り訂正デコーダは、デインターリーバからのデインターリーブされた形式の第1のカテゴリペイロードデータ、第1の誤り訂正データ、第2のカテゴリペイロードデータ、および第2の誤り訂正データを受信し、少なくとも第1の誤り訂正データを使用して第1のカテゴリペイロードデータにおける起こり得るエラーを訂正し、かつ少なくとも第2の誤り訂正データを使用して第2のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正するための誤り訂正器をさらに備える。第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データのインターリーブに関する第1のインターリーブ長は、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データのインターリーブに関する第2のインターリーブ長と異なる。

【0010】

更なる実施例によれば、誤り訂正符号化方法は、第1のカテゴリに属するペイロードデータを受信し、かつ第2のカテゴリに属するペイロードデータを受信するステップを含む。第1の誤り訂正データは、そのとき第1のカテゴリペイロードデータのために決定される。第2の誤り訂正データは、第2のカテゴリペイロードデータのために決定される。その方法は、さらに、少なくとも第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータを互いにインターリーブすることを含み、第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第1のインターリーブ長は、第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関する第2のインターリーブ長と異なる。

【0011】

更なる実施例は、誤り訂正復号化方法を提供する。この方法は、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームを受信することからなる。インターリーブされたデータストリームは、その後デインターリーブされる。その方法もまた、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データを受信するかまたは獲得することからなる。第1のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーは、少なくとも第1の誤り訂正データを使用して訂正され、かつ第2のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーは、少なくとも第2の誤り訂正データを使用して訂正される。第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データのインターリーブに関する第1のインターリーブ長は、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データのインターリーブに関する第2のインターリーブ長と異なる。

【0012】

更なる実施例は、コンピュータ上で実行したとき、本願明細書において記載されているように、誤り訂正符号化または復号化方法、または、誤り訂正符号化方法および誤り訂正復号化方法の両方を実行するプログラムコードを有するコンピュータプログラムをその上に格納する計算機可読のデジタル記憶媒体を提供する。

【0013】

更なる実施例は、ペイロードデータを受信して、ペイロードデータのための誤り訂正データを決定するための誤り訂正データ発生器と、誤り訂正データおよびペイロードデータ

10

20

30

40

50

をインターリーブするためのインターリーブとを備えた誤り訂正エンコーダを提供する。誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリーム中のペイロードデータに先行し、ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる。

【0014】

更なる実施例は、ペイロードデータおよびペイロードデータのための誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブするためのデインターリーブとを備えた誤り訂正デコーダを提供する。誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリーム中のペイロードデータに先行する。ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる。誤り訂正デコーダは、ペイロードデータおよび誤り訂正データを受信するための、そして、誤り訂正データを使用してペイロードデータにおける可能なエラーを訂正するための誤り訂正器をさらに備える。ペイロードデータだけが受信され、誤り訂正データが失われたときは、ペイロードは、利用できるが、おそらく誤りである。

10

【0015】

以下に、本発明の好ましい実施例は、図面を参照してさらに詳細に説明される、そして、いくつかの設計態様に関して、利点を提供する本発明のさまざまな好ましい実施例が、強調される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】階層的予測構造および層間予測による時間-空間スケラビリティ内での依存性を図式的に示す説明図である。

20

【図2】層認識のあるFEC生成の一般的アプローチを図式的に示す説明図である。

【図3】標準およびLA-FECの符号化を図式的に示す説明図である。

【図4】標準FECおよびLA-FECの復号化を図式的に示す説明図である。

【図5】〔3〕において記述されているように、Raptorプリコーディング処理による、ソースシンボルからプリコーディングシンボルの生成を図式的に示す説明図である。

【図6】〔3〕において記述されているように、Raptor符号のLT-符号化処理による符号化シンボルの生成を概略的に示す説明図である。

【図7】〔1〕における仕様に続く、2層のためのLA-FEC Raptorプリコーディングマトリックスを図式的に示す説明図である。

30

【図8】2層を有するLA-FEC Raptor LT-符号化処理を図式的に示す説明図である。

【図9A】1300kbpsの固定サービスビットレートでのSVC層CR(基層/拡張層)にわたって様々な符号レート分布で標準(ST)-FECおよびLA-FECを使用しているVGA受信機のための250フレーム(図9A)の静止画の平均枚数および平均PSNR値(図9B)を図式的に示す説明図である。

【図9B】1300kbpsの固定サービスビットレートでのSVC層CR(基層/拡張層)にわたって様々な符号レート分布で標準(ST)-FECおよびLA-FECを使用しているVGA受信機のための250フレーム(図9A)の静止画の平均枚数および平均PSNR値(図9B)を図式的に示す説明図である。

40

【図10】標準LDPCマトリックス(上部)および拡張LDPCマトリックス(下部)を図式的に示す説明図である。

【図11】拡張LA-FEC復号化マトリックスを図式的に示す説明図である。

【図12】AWGNチャンネルにおける16k LA-FEC対(vs.)16k標準(ST)-FECのシミュレーション結果を示す説明図である。

【図13】k0ソースおよびp0パリティシンボルおよび増加する時間多様性(IL=1, 2, 3)を有するFECソースブロック0(SB0)の様々なインターリーブ長(IL)を図式的に示す説明図である。

【図14】層0または単層のために使用された〔2〕において記述された、Raptor Qに類似したプリコーディングマトリックスを図式的に示す説明図である。同じプリコー

50

ディングマトリックスが復号化および符号化プロセスで使用されていることに注意されたい。

【図15】Raptor QのLT符号化プロセスを図式的に示す説明図である。

【図16】2層を有するLA-FEC Raptor Qのプリコーディングプロセスを図式的に示す説明図である。

【図17】層0のプリコーディングシンボルに、2層および拡張マトリックスを有するLA-FEC Raptor Q符号化プロセスの第2のステップを図式的に示す説明図である。

【図18】送信機側プロセスを図式的に示す説明図である。

【図19】伝送の範囲内で典型的なバースト誤りを含む受信機処理の一例を図式的に示す説明図である。

10

【図20】FECソースブロックインターリーブのプロセスを図式的に示す説明図である。

【図21】単層の場合、各層(ST-FEC)に対し独立してFEC生成を有する標準FEC、および異なるインターリーブ長を持つLA-FEC UIにつき、特定の抹消確率上のPSNRに関する受信ビデオ品質を図式的に示す説明図である。

【図22A】基層(図22A)の、および、拡張層(図22B)の、層復号確率を図式的に示す説明図である。

【図22B】基層(図22A)の、および、拡張層(図22B)の、層復号確率を図式的に示す説明図である。

20

【図23】1および8のインターリーブ長を有する単層(SL)と呼ばれる1つのFECソースブロックの範囲内で、オーディオおよびビデオの両方を有するメディア復号確率に関する比較を図式的に示す説明図である。

【図24】ソースシンボル数 k 、ソースシンボルサイズ T 、ユニークなシンボル識別子(FEC-ID)および実際のソースブロックのインターリーブ長(IL)を有するインターリーブ長(IL)の典型的な帯域内信号伝送を図式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図面の説明を通して、これらの図面のいくつかに現れる要素は、これらの図の各々の同じ参照番号によって示され、かつ、機能に関する限りこれらの要素の繰り返された説明は、不必要な反復を回避するために、回避されることに注意すべきである。それにもかかわらず、1つの図面に関して備わる機能および説明は、異なるものが明示されない限り、他の図面にも当てはまるべきである。

30

【0018】

層認識のあるFEC - 一般的アプローチ：

【0019】

このセクションは、LA-FECアプローチに関する概観を提供する。LA-FECの基本的なアプローチは、図2に示される。図2は、層認識のあるFEC生成の可能な一般的アプローチを示す。層0の冗長性は、以下の基本的なFECアルゴリズム(Raptor)を発生する。層1から層Nまでの冗長性は、すべての従属する層にわたって発生する。層認識のあるFEC(LA-FEC)アプローチに関する基本的な考えは、従属するビデオ層にわたってFECアルゴリズムの符号化プロセスを延長することである。基層のFEC処理は、放置されている、それによって、基層が独立して復号化し得ることがなお可能であり、元のFECアルゴリズムの訂正能力を保っている。FECアルゴリズムの範囲内のより重要でないメディア層からの導入された接続のため、より重要なメディア層は、付加的な修理データによって保護されている。これは、付加的な修理データを加えることなく、より重要な層の誤り訂正能力を増加させる。図2のスキームは、交差層FECの生成を示す。基層(「層0」)FEC生成プロセスが変わらない一方、「層1」のFECデータが「層1」および「層0」のソースシンボルにわたって発生し、「層2」のFECデータは「層N」のFECデータにいたるまで「層2」、「層1」、および「層0」などに

40

50

発生する、そして、それは、「層N」およびすべての従属するメディア層のソースシンボルにわたって発生する。一般的なFECアプローチとして、LA-FECは、いかなるOSI層（物理、リンクまたはアプリケーション層）でも統合することができ、単にすべての従属するメディア層上のメディア拡張層の符号化プロセスを拡張することによって、例えばLDPC、RaptorなどFECコードだけでなくRaptorQにも適用できる。

【0020】

LA-FECアプローチの原理を示すために、図3および図4は、1つのソースブロックのための単純なパリティチェック符号を使用した標準FECおよびLA-FEC（変更態様は、点線によってマークされている）の符号化および復号化プロセスを比較する。実施例において、抹消チャンネルが仮定されている。2つの良質な層は、FEC符号化されており、そこでは、層1は、メディアストリーム（例えばSVC）の範囲内で、層間予測により層0に依存する。各層 $l = 0, 1$ に対し、3つのソースビット $k_0 / 1 = 3$ および2つのパリティ $p_0 / 1 = 2$ ビットが存在する。

【0021】

符号化（図3）のために、パリティビットは、ソースビットの単なるXOR処理により計算される。標準FECを用いることにより、XORプロセスは、現在の層の範囲内で適用されるだけであるが、LA-FECを用いることにより、XORプロセスは、既存の依存性に続く層全体に拡大される。それゆえ、層1のパリティビットが、層0および層1の両方の層のソースビット上に発生し、層0のパリティビットと共に、両方の層の誤り訂正のために、更に使用できる。ソースおよびパリティビットは、符号語に結合され、エラーを生じやすいチャンネルを通じて伝送される。

【0022】

概説された復号化例（図4）において、「？」によってマークされた層0の符号語内で3つの伝送エラーが存在し、層1においては、エラーは存在しない。概説された実施例は、ビットまたはパケットは正しく、もしくは、未知の状態（図において『？』がマークされる）受信される抹消チャンネル、例えばバイナリ抹消チャンネル（BEC）またはギルバート-エリオット（Gilbert-Elliot）チャンネルを仮定することに注意されたい。この種のチャンネルモデルは、下層側のISO/OSI層、例えば物理層、で実行される先行方法は、（例えば、LDPC符号またはノおよび巡回冗長検査（CRC）によって）誤り訂正または誤り検出を構成する、リンクまたはアプリケーション層での伝送エラーをシミュレーションするために用いられる。物理層上のFECコードは、概して、復調プロセスに由来するLLR値とともに作用するが、リンクまたはアプリケーション層FEC上のFECコードは抹消別名ロットパケットとともに作用する。物理層で訂正できないパケットは、通常、誤りとマークされて、より上位の層（例えばリンクまたはアプリケーション層）に転送される。そのために、リンクまたはアプリケーション層で実行されるFECコードは、誤り検出のための実行手段を必要としない。しかしながら、挙げられた実施例がちょうど単純性のためにアプリケーションまたはリンク層上に示される、そして、この明細書内で提案された方法が「LPDCコードを有する物理チャンネル上のLA-FEC」、それはエラーチャンネル（例えばAWGN）に作用して、誤り検出のための手段を必要とする、セクション内のLPDCの記述に示されたように物理層に適用もできる点に、ここで注意することは重要である。標準FECを用いることにより、層0内には十分なパリティビットが存在しない。従って、それは、訂正し得ない。層1がうまく受信されるにもかかわらず、それが層0において失われた依存性のため使用し得ない。LA-FECを使用することにより、層1のパリティビットは、層0を訂正するための層0のパリティビットと共に使用し得る。挙げられた実施例において、LA-FECのみとともに、両方の層は、訂正し得る。要約すれば、図4は、標準およびLA-FECの復号化を図式的に示す。LA-FECを用いて、両方の層のパリティビットが、組合せ復号化のために使用し得る。

【0023】

基層保護の改良は、拡張層の保護を減少させることにより成り立つ。LA-FECについては、拡張層は、基層の独立性を訂正し得ない。それにもかかわらず、SVCビデオストリーム内に依存性が存在するため、基層が失われるこの種のケースにおいて、一般的に、拡張層データが、使用もできない。従って、LA-FECは、ビデオ品質に関して標準FECより劣るよう実行することは決してない。

【0024】

[1]における議論の後に、ST-FECおよび最適FECアルゴリズムを有する層1を復号化するための条件は、式(1)によって与えられる：

【0025】

$$r_0 > k_0 \quad \text{および} \quad r_1 > k_1 \tag{1} \quad 10$$

【0026】

拡張層によりLA-FECのシンボルも、基層シンボルを保護し、基層を復号化する条件[1]は、LA-FECとともに式(2)に変化する：

【0027】

$$(r_0 \quad k_0) \quad (r_0 + r_1 \quad k_0 + k_1) \tag{2}$$

【0028】

LA-FECとともに、拡張層FECの訂正は、基層の回復に依存するため、拡張層を回復する条件は、LA-FECとともに式(3)に変化する：

【0029】

$$(r_1 \quad k_1) \quad (r_0 + r_1 \quad k_0 + k_1) \tag{3} \quad 20$$

【0030】

しかしながら、拡張層は、既存のメディア依存性のため基層に依存するとはいえ、拡張層はいずれにしろ基層なしで使用できない。その結果、ST-FECについても、拡張層の成功したメディア復号化の条件は、式(3)と同じである。

【0031】

Raptor FECへの層認識のあるFEC統合：

【0032】

LA-FECスキームは、LDPCコード類似の物理層上のFECまたはRaptor[1]、[3]類似のより上位の層FECsの両方に適用し得る。ここで典型的と考えられるより上位の層FECは、Raptor-FECである。示された拡張が、セクション「RaptorQ-FECへの層認識のあるFEC統合」に記載されているようなより効率的なRaptorQ-FEC[2]への類似の方法において適用し得ることに注意されたい。

【0033】

Raptorコードは、一般に線形時間符号化および復号化を有する噴水コードの第1の周知のクラスの一つである。符号化の準備において、一定量のデータは、ソースブロック内に集められる。ソースブロックのデータは、固定のシンボルサイズの k_0 ソースシンボルに、更に分割される。図5および図6は、2つの符号化ステップ、プリコード生成およびLT-符号生成からなる単一メディア「層0」に対し、[3]に記載されたようなRaptor符号化(en-)および復号化プロセスの2つのステップを示す。図5は、[3]に記載されたようなRaptorプリコーディングプロセスによりソースシンボルからのプリコーディングシンボルの生成を図式的に示す。図6は、[3]に記載されたRaptor符号のLT-符号化プロセスによる符号化シンボルの生成を図式的に示す。[3]における仕様書が、符号化および復号化のための同じ二段階プロセスを記述していることに注意されたい。第1のステップにおいて、固定レートの「プリコード」ステップ、ここで例えばLDPCのような任意の抹消コードは、一般的に、層 $l = 0$ のいわゆる L_0 プリコーディングシンボルを生成するために、ソースシンボルに適用し得る。プリコーディングシンボルの値は、プリコードマトリックス G_{LDPC_0} 、単位行列 I_{S_0} 、零マトリックス $0_{S \times H_0}$ 、および、LTマトリックス $G_{LT_0}[0 : k_0 - 1]$ からなる図5に示されるマトリックスによって、決定される、そこでは、後者は、第2の符号化プロセスに

30

40

50

おける $G_LT_0[0:n_0-1]$ の第 1 の k_0 行と同一である。ブラケット内の値は、行の個数を意味する。マトリックス G_LT_0 の統合は、LT 符号化後の第 1 の k_0 符号化シンボルが、ソースシンボルと同一であり、Raptor 符号は、組織符号語を提供することを確実にする。第 1 ステップを確定させた後に、プリコーディングシンボルは、第 2 ステップ、LT 符号化に転送される。

【0034】

n_0 符号化シンボルの泉は、LT コードによって与えられ、図 6 に表現された $G_LT_0[0:n_0-1]$ マトリックスにより示されている接続に続くプリコーディングシンボルの XOR 演算により計算されている。また、LA-FEC については、基層符号化シンボルの生成が元の Raptor プロセスに従うことに注意されたい。

10

【0035】

標準 FEC アプローチについては、層 1 (拡張層) の符号化シンボルは、[3] におけるプロセスの後に、同様に生成される。LA-FEC を有する拡張「層 1」の符号化されたシンボルの生成のために、LA-FEC アプローチは、Raptor 符号化プロセスに組込まれることを必要とする。これは、一方では、基層のプリコーディングシンボルの LT 符号化ステップの G_LT マトリックスの拡張を、そして他方では符号の組織的行動を保存するために、プリコーディングプロセスの G_LT マトリックスの拡張を必要とする。図 7 および図 8 は、層 $l=1$ の符号化されたシンボルの生成のための必要な拡張を示す。図 7 は、[1] における仕様書の後に、2 つの層のための LA-FEC Raptor プリコーディングマトリックスを図式的に示す。

20

【0036】

LA-FEC Raptor のプリコーディングマトリックスは、2 層に対し図 7 に示される。マトリックスは、2 層 (左上および右下) の 2 つのプリコーディングマトリックス、零マトリックス (右上)、および層 1 から層 0 (左下) への LA-FEC 拡張、の連結からなる。LA-FEC 拡張は、コードを組織的に保つために必要とされる。 G_LT_1 および関連した拡張 $G_LT_0[n_0:n_0+k_1-1]$ の行が、位置 n_0 から始まることに注意されたい。理由は、一方では層 0 の線形独立列の数を増すことであり、他方では符号化シンボルのユニーク識別子によって受信機でマトリックスの再生を許可することである。層 0 の符号化シンボルは、図 8 のプロセスの後に生成される。拡張層符号化シンボルを生成するために、両方の層のプリコーディングシンボルは、図 8 に記載されている Raptor 符号化プロセスの次のステップに送られる。

30

【0037】

LA-FEC Raptor プロセスの第 2 のステップは、図 8 (2 層を有する LA-FEC LT 符号化プロセス) に示される。第 2 のステップにおける符号化されたシンボルの生成は、 $G_LT_0[n_0:n_0+n_1-1]$ により層 0 のプリコーディングシンボルから拡張 $G_LT_1[n_0:n_0+n_1-1]$ マトリックスにまで及ぶ。層 0 のプリコードシンボルの追加の統合とともに、層 1 の符号化シンボルは、セクション「層認識のある FEC 一般的アプローチ」の例における上記に模範となるように示されるようにジョイント復号化を行うため、層 0 の符号化シンボルとともに使用できる。

40

【0038】

LA-FEC 拡張は、プリコード生成および [3] に記載されている LT 符号化のためにアルゴリズムを再利用する。「層 0」の復号が成功した場合、LA-FEC 拡張による層全体に導入された接続は、もはや必要とされず、「層 1」の FEC プロセスにおける層 0 のプリコーディングシンボルを XOR 演算することによって取り除き得る。このような場合、「層 1」は、標準 Raptor 符号化プロセスの後に訂正でき、その最大訂正能力を可能にする。

【0039】

LA-FEC の信号伝送：

【0040】

送信システムにおける LA-FEC の使用は、LA-FEC 符号化と結合した多層アプ

50

ローチをサポートするために特殊な信号伝送および転送技術を必要とする。リンクまたはアプリケーション層上の L A - F E C R a p t o r 拡張の統合は、R T P [6] 上のリアルタイム伝送に適用されると見なされる。リアルタイムアプリケーションのために、R T P は、概して、その接続を持たないおよびそれが伝送における最小の遅延を許す信用できない性質のために U D P [7] 上で使用される。R T P は、メディア同期、伝送順序回復、多重化、ソース識別および受信状態フィードバック情報などの基本的な特徴を提供する。S V C のために、スケーラブルビデオコーディング [8] のための R T P ペイロードフォーマットは、メディアペイロードパケット化および M V C、マルチビュービデオ符号化 [9] のための R T P ペイロードフォーマットのために必要とされる。特に、S V C および M V C のためのこれらのペイロードフォーマットは、層をなした S V C および多重化 R T P セッションにおける M V C データの伝送を定義する、そして、それは、伝送システムが伝送アドレス、例えば、I P アドレス、U D P ポートまたは R T P パケットヘッダ (S S R C) の同期ソース識別子、に基づいて L A - F E C 符号化プロセスを使用して S V C 層および M V C 視点を簡単に区別するのを可能にする。セッション関連情報の信号伝送は、セッション記述プロトコル [1 0] において定義される。同じコーデックの層または視点を含んでいる R T P セッションの依存性を信号伝送するために、[1 1] の S D P 拡張が、必要とされる。

【 0 0 4 1 】

F E C 符号化データを伝送するために、I E T F は、R T P において使用もできる、F E C ベースのコンテンツ配信プロトコルのための基本的な手段を定義している一般的な F E C F R A M E フレームワークを構築した。このフレームワークは、他の特徴のそばで複数のメディアおよび修理フローがどのように扱われるかについて定義し、そして更にペイロードパケット化情報の一部として、ソースシンボルに識別メカニズムを提供する。R a p t o r コードを有するこのフレームワークを使用するために、[1 2] が使用されることを目的とする。

【 0 0 4 2 】

このフレームワークを L A - F E C に適用可能にするために、R a p t o r F E C スキーム [1 3] および R a p t o r R T P ペイロードフォーマット [1 4] が、修理フローをパケット化するために変更なしで使用し得る。R a p t o r F E C スキームのための信号伝送は、[1 2] において定義される、ここでは、L A - F E C 基層保護および L A - F E C 拡張層保護のために必要であるとされるので、従属している修理フローの指示は、R F C 6 3 6 4 [1 5] においてすでに定義される。F E C フレームワークも追加 F E C フローを特定する、そして、それが L A - F E C 拡張層および基層 F E C フローを有するケースであるように、それが誤り訂正のために共同で使用できる。S D P における追加フローの F E C グループ分けのためのセマンティックスは、R F C 5 8 8 8 [1 7] に、メディア要素およびとりわけ F E C フレームワークのための一般グループ化は、R F C 5 9 5 6 [1 6] に記載されている。

【 0 0 4 3 】

R F C 6 3 6 4 は、S D P の使用を特定するとともに、送信機および受信機の間 F E C フレームワークの信号伝送のために必要なパラメータを記述する。U D P フォーマット化された入力ストリームのために、プロトコル識別子は、『 F E C / U D P 』である。F E C フレームワークは、ソースフローおよび修理フローを区別する。ソース I P アドレスは、属性『ソース - フィルタ』に記載されている。

【 0 0 4 4 】

複数のソースおよび修理フローのグループ化

【 0 0 4 5 】

F E C フレームワークは、複数のソースおよび修理フローのグループ化を可能にする。この種のグループは、単一または複数の F E C フレームワークインスタンスによって保護されうる。ソースおよび修理フローの間の関連は、『グループ』属性によって示しうる。追加修理フローのための『グループ』属性の使用法に関する詳細は、R F C 5 9 5

10

20

30

40

50

6に記載されている。RFC 5956の後に、1つの『グループ』属性に含まれるすべてのフローは、FECグループと呼ばれている。1つ以上の修理フローが単一の『グループ』に存在する場合には、これらの修理フローは、付加的でなければならない。RFC 5888は、『FEC-FE』をFECフレームワークの使用のためのグループ化セマンティックスとして定義する。従って、『a=group:FEC-FR』セマンティックスは、複数のフローを結びつけるために用いなければならない。

【0046】

LA-FECのための典型的なシナリオは、2つのソースフロー、S1（基層）およびS2（拡張層）および2つの修理フロー、R1（基層FEC）およびR2（層認識のある基層および拡張層FEC）を有する。この種のシナリオを記載することは、以下の例で示されるようなSDP内で2つのFECグループを特定することを要する：

【0047】

```
a=group:FEC-FR S1 R1
a=group:FEC-FR S1 S2 R1 R2
```

【0048】

すべての議論されたRFCを結合している典型的なSDP記述は、以下（水平線は、SDP記述内で異なるセクションを示す）に与えられる。

【0049】

```
v=0
o=Cornelius 1122334455 1122334466 IN IP4 la-fec.example.com
s=SVC LA-FEC Raptor Example
t=0 0
a=group:FEC-FR S1 S2 R1 R2
a=group:FEC-FR S1 R1
c=IN IP4 233.252.0.1/127
a=group:DDP S1 S2
```

```
-----
m=video 20000 RTP/AVP 96
b=AS:90
a=framerate:15
a=rtpmap:96 H264/90000
a=fec-source-flow:id=0
a=mid:S1
```

```
-----
m=video 20002 RTP/AVP 97
b=AS:64
a=framerate:15
a=rtpmap:97 H264-SVC/90000
a=fec-source-flow:id=1
a=mid:S2
a=depend:97 lay S1:97
```

```
-----
m=application 30000 RTP/AVP 110
c=IN IP4 233.252.0.3/127
a=fec-repair-flow:encoding-id=6;fssi=Kmax:8192,T:128,P:A
a=mid:R1
```

```
-----
m=application 30000 RTP/AVP 111
c=IN IP4 233.252.0.4/127
a=fec-repair-flow:encoding-id=6;fssi=Kmax:8192,T:128,P:A
```

10

20

30

40

50

a=mid:R2

【 0 0 5 0 】

モバイルテレビチャンネルにおける典型的なシミュレーション結果：

【 0 0 5 1 】

図 9 A および 9 B は、既存のリンク層 - F E C M P E - F E C の置換として標準 R a p t o r コード (S T - F E C) の A L - F E C 実施態様および D V B - H における層認識のある R a p t o r (L A - F E C) を比較するモバイルテレビ (D V H - B) チャンネルにおけるシミュレーションされた典型的な結果を示す。特に、250 フレーム (図 9 A) の静止画の平均枚数および 1300 k b p s の固定サービスビットレートの S V C 層 C R (基層 / 拡張層) 全体にわたる様々な符号レート分布を有する標準 (S T) - F E C および L A - F E C を使用している V G A 受信機のための平均 P S N R 値 (図 9 B) 。 S T - F E C については、F E C データは、各層のために他の層とは独立に生成される。L A - F E C については、拡張層 F E C データは、基層のすべてのソースシンボル全体に発生する。これらの設定は、様々な符号レート分布および 1300 k b p s の固定トータルサービスビットレート (オーディオ、ビデオおよび F E C を含む) でシミュレートされる。シミュレーションは、ソースシンボル k_1 の層 l , $C R = k / m$ の符号化されたシンボル n_1 に対する比率によって算出された C R を有する $C R = 0.68$ の全 F E C 符号レートを含む。層全体の C R 分布は、基層コードレートが第 1 の値であり、拡張層コードレートが第 2 の値であることを有する図の凡例において示される。上側の図は、250 のフレームの伝送の全体にわたる静止画の枚数を示し、かつ、下側の図は、P S N R に関する結果として生じる平均ビデオ品質を示す。下層のシミュレーション条件に関するより多くの詳細は、〔 1 〕で発見できる。

【 0 0 5 2 】

図から明らかなように、L A - R a p t o r は、サービス連続性 (静止画のより少ない枚数) および平均ビデオ品質 (より高い P S N R) に関して標準 R a p t o r スキームより優れている。これは、F E C 統合においてちょうど拡張層から基層まで追加の接続を加えることにより、サービスビットレートを増加させることなく実現する。

【 0 0 5 3 】

L D P C コードを有する物理チャンネル上の L A - F E C :

【 0 0 5 4 】

このセクションは、L A - F E C がどのように物理層 L D P C コードに適用できるかについて示す。典型的な F E C コードとして、我々は、D V B - S 2 の物理層に L D P C コード 16 k マトリックスを適用する。図 10 は、基層 (B L) のために使用される標準 L D P C マトリックスおよび拡張層 (E L) 符号化のために使用される拡張 L A - F E C L D P C マトリックスを比較する。標準 L D P C マトリックスは、上部のマトリックスであり、かつ、拡張 L D P C マトリックスは、下部のマトリックスである。白の領域がゼロを含むのに対し、黒点はマトリックス中の 1 の位置を示す。

【 0 0 5 5 】

拡張層 (E L) のために、標準 L D P C マトリックスは、単純な単位行列によって基層のソースシンボルに拡張される。これは、典型的な拡張を意味するだけである。より高度なマトリックス拡張を案出できる。ジョイント復号化マトリックス (拡張された L A - F E C 復号化マトリックス) は、図 11 において表される。それは、B L および E L のソースおよびパリティシンボルを 1 つの復号化マトリックスに組み込む。L D P C コードを復号化するためのいかなる復号化アルゴリズムも、この拡張マトリックスを復号化するために使用し得る。

【 0 0 5 6 】

物理層 L D P C 符号のためのいくつかの典型的な結果は、A W G N チャンネルにおける 16 k の L A - F E C 対 (v s .) 16 k の S t - F E C のためのシミュレーション結果を示す図 12 に示され、それ故、16 k の L D P C コードの標準 F E C (s t F E C) を、A W G N チャンネルにおける異なる E b N o 上にシミュレーションされる 16 k の L D P

10

20

30

40

50

Cコード(LA-FEC)のLA-FEC拡張と比較する。QPSKが使用され、そして、等しいエラー保護を有する異なる符号レートが適用される。プロットは、基層および拡張層BER曲線を比較するとST-FEC符号化(BL+ELとしての同じビットレート)のビット誤り率(BER)を示す。BLパフォーマンスが増加することが分かる、その一方で、ELパフォーマンスは、ST-FECのような類似のパフォーマンスを示す。従来の同等でないエラー保護(UEP)スキームについては、拡張層は、基層より保護されておらず、BER曲線は、拡張層パフォーマンスにおいて減少を示す。これは、LA-FECスキームを有するケースおよび等しいエラー保護ではない。しかしながら、また、UEPは、LA-FECに適用し得る。

【0057】

時間インターリーブ：

【0058】

時間インターリーブは、信号の時間多様性およびそれによりバースト誤りに対するロバスト性を増加させる重要な手段である。十分なインターリーブ長を伴って、サービスは、長いエラーバーストを克服し得る。典型的な時間インターリーブの主な障壁は、時間内のサービス同調またはザッピング時間の増加である。長時間のインターリーブは、受信機が、インターリーブ期間のすべてのパケットが受信されインターリーブバッファに満たされるまで、待つことを要求する。すなわち、より長いインターリーブ長がサービスロバスト性を大幅に向上させるにもかかわらず、今日の伝送システムは、時間インターリーブ長を最小化しようとする。

【0059】

FECソースブロックの時間多様性は、 k_0 ソースシンボルおよび p_0 パリティシンボルおよび $IL = (1, 2, 3)$ からなる n_0 シンボルを有するFECソースブロック $0 (SB_0)$ のための図13において表されるもののように、特定のインターリーブ長(IL)によって増加する。図13は、 k_0 ソースおよび p_0 パリティシンボルおよび増加している時間多様性($IL = 1, 2, 3$)を有するFECソースブロック $0 (SB_0)$ の異なるインターリーブ長(IL)を図式的に示す。

【0060】

ソースブロック SB_0 のすべてのシンボル $n_0 = 4$ を回復するのに必要な時間は、シンボルに関してインターリーブ遅延 d_{interl} と呼ばれる。

【0061】

RaptorQ FECへの層認識のあるFEC統合：

【0062】

このセクションは、どのようにLA-FECがRaptorQ[2]FEC符号に統合できるかについて示す。RaptorQは、若干の更なる最適化によってパフォーマンスを増加させるRaptorコード(セクション「Raptor FECへの層認識のあるFEC統合」を参照)の進化版である。

【0063】

RaptorQプロセスは、[2]において特定され、Raptorコードプロセス(セクション「Raptor FECへの層認識のあるFEC統合」を参照)のような符号化および復号化のための同じ2つのステップで構成される。符号化プロセスが、符号化および復号化するための同じプロセスを有する方法において定義されることに注意されたい。第1のステップは、入力として一定サイズのソースシンボル k_0 を取り込み、 L_0 プリコーディングシンボルを生成するプリコーディングプロセスである。RaptorQは、 k_0 のすべての値のために特定されるというわけではない。従って、ソースシンボル k_0 の個数は、詰め物によって次に利用できる k_0' に増やされる。[2]において特定されたプリコーディングマトリックスは、図14に示される。図14は、層0または単層のために使用する[2]において特定されるようなRaptorQのプリコーディングマトリックスに関して図式的に示す。同様のプリコーディングマトリックスが復号化および符号化プロセスで用いられることに注意されたい。

10

20

30

40

50

【0064】

プリコーディングマトリックスは、2つのLDPCサブマトリックス、 $G_LDPC, 1_0$ および $G_LDPC, 2_0$ 、いわゆる G_HDPC_0 マトリックス、2つの単位行列 I_S_0 および I_H_0 および k_0 行を含む G_ENC_0 マトリックスからなる。 G_ENC_0 が符号を組織的に保つことを必要とする一方、 $G_LDPC, 1_0$ 、 $G_LDPC, 2_0$ 、 G_HDPC_0 、 I_S_0 、 I_H_0 は、RaptorQプロセスの実際のプリコードを構成する。サブマトリックスの生成に関するさらなる詳細は、〔2〕で発見し得る。全てのプリコーディングマトリックスが、ソースシンボル k_0 、ソースシンボルそれ自身、およびシンボルサイズ T の合計によって生成されることに注意されたい。

【0065】

第2のステップは、図15に示されるRaptorQのLT符号化プロセスを構成する。図15は、図式的に、RaptorQのLT符号化プロセスを図式的に示す。マトリックス G_ENC_0 の中の密度分布が、Raptorプロセス(セクション「Raptor FECへの層認識のあるFEC統合」を参照)の G_LT_0 マトリックスと異なることに注意されたい。第2のステップは、第1のステップから L_0 プリコーディングシンボルを取り込んで、プリコーディングシンボルの異なる組をXOR演算することによって n_0 符号化シンボルを生成した。組は、疎行列であって、『0』および『1』からなる G_ENC_0 マトリックスによって特定される。『1』は、その関連があるプリコーディングシンボルが関連した符号化シンボルのXORプロセスを含むことを意味する。

【0066】

LA-FEC RaptorQのプリコーディングマトリックスは、2層のために図16に示される、すなわち、図16は、2層を有するLA-FEC RaptorQのプリコーディングプロセスを図式的に示す。マトリックスは、2つの層(左上および右下)の2つのプリコーディングマトリックス、0マトリックス(右上)そして、層1から層0(左下)へのLA-FEC拡張、の連結からなる。LA-FEC拡張は、コードを組織的に保つために要求される。 G_ENC_1 および関連した拡張 $G_ENC_0[n_0:n_0+k_1-1]$ の行が位置 n_0 から始まることに注意されたい。その理由は、一方の側で層0の線形独立行の個数を増し、他方の側で符号化シンボルのユニーク識別子によって受信機でマトリックスの再生を可能にすることにある。層0の符号化シンボルは、図15のプロセスに従って生成される。拡張層の符号化シンボルを生成するために、両方の層のプリコーディングシンボルは、図17に示されたRaptorQ符号化プロセスの次のステップに転送される。図17は、2つの層および層0のプリコーディングシンボルへの拡張マトリックスを有するLA-FEC RaptorQ符号化プロセスの第2のステップを図式的に示す。

【0067】

層1の符号化シンボル n_1 は、層0および関連した符号化マトリックス G_ENC_0 のプリコーディングシンボルを考慮している拡張符号化プロセスによって生成される。拡張 $G_ENC = [G_ENC_0, G_ENC_1]$ マトリックスの第1の k_1 行がプリコーディングステップに含まれるため、結果として生じる符号化シンボルは、組織的である。復号化プロセスが、ソースシンボルを受信シンボルに置き換え符号化シンボルをソースシンボルに置き換えること以外に関する同じステップを含む点に留意する必要がある。

【0068】

不均一時間インターリーブ(LA-FEC UI)を有するLA-FEC:

【0069】

層認識のあるFECおよびSVCおよびMVCのような階層化メディアの組合せは、高速ザッピングおよび長時間インターリーブを結び付けるサービスの提供の新規な方法を可能にする。実施例は、特に、このセクションおよび次のセクションに記載されている不均一な時間インターリーブを有するLA-FECに関する。

【0070】

高速ザッピングは、より低品質の基層および、バーストエラーを有するが低遅延に対し

10

20

30

40

50

て、低いロバスト性を有する短時間インターリーブによって与えられる。長時間インターリーブは、バースト損失を有するがより長い遅延に対して、より強いロバスト性を有するSVC拡張層によって提供される。しかしながら、拡張層は、基層全体の層認識のあるFECとともにFEC符号化されるため、基層も拡張層の改良された時間多様性から利益を受ける。

【0071】

このスキームは、以下においてLA-FECまたはLA-FEC UIを有する不均一時間インターリーブと呼ばれる。LA-FEC UIがSVCまたは任意の他の種類の階層化メディアにも適用できるだけでなく、また、いかなる種類の時間同期データにも適用できる点に注意すべきことは、重要である。例えば、考えられるアプリケーションは、LA-FECによって接続される短時間インターリーブを有するオーディオストリームおよび長時間インターリーブを提供するビデオストリームも有するべきであろう。図18は、LA-FEC UI（すなわち本願明細書において開示される教示に従う誤り訂正符号化のための方法）のプロセスを示して、説明に役立つ実例を与える。換言すれば、図18は、送信機側を図式的に示す：LA-FEC符号化を有する不均一時間インターリーブを有するLA-FECのプロセス、不均一時間インターリーブ、および同期のためのより短いインターリーブの packets を遅延。

10

【0072】

図18は、送信機側上のLA-FEC UIストリームを生成するための4つのステップを示す。

20

【0073】

LA-FEC UIプロセスのステップ1(1)は、メディア符号化それ自体である。符号化ストリームは、例えばSVCまたはMVCによって、層0(第1のカテゴリに属するペイロードデータ)の基層およびより高い層(第2のカテゴリ(そして、第3のカテゴリ、第4のカテゴリ・・・に可能な)に属するペイロードデータ)の関連した拡張層を有するnメディア層を有する階層化メディアストリームでもあり得る。他の意味ある設定は、層0のオーディオストリームおよび層1の関連したビデオストリームを有し得る。図18に描かれた上記実施例は、各々異なるビットレートを有する2つの層を示す。層 $k_{layer0} = 1$ および $k_{layer1} = 2$ の異なるビットレートのため、各層の時間周期 t のビットストリームは、kソースシンボルに分割される。ソースシンボルは、実際の情報を含み、更なるFEC処理のための入力である。ステップ1(1)は、1つの/その(a/the)第1のカテゴリに属するペイロードデータを受信するステップおよび1つの/その(a/the)第2のカテゴリに属しているペイロードデータを受信するステップとみなし得る。

30

【0074】

プロセスのステップ2(2)は、例えば、セクション「層認識のあるFEC」に記載されているような典型的なRaptorコードに基づく、LA-FECプロセスそのものである。図18の説明は、FECソースブロック(SB)(ペイロードデータ)および両方の層(すなわちペイロードデータおよび関連する誤り訂正データの第1および第2のカテゴリ)のパリティシンボルp(誤り訂正データ)を示す。実施例において、同じ符号レートは、 $CR = k / (k + p) = 0.5$ を有する各層に適用される。また、不均一な符号レート分布が適用できる点に注意されたい。LA-FECプロセスの後に、層0(第1のカテゴリペイロードデータのための誤り訂正データ)の単一のパリティシンボルpは、層0, SB₀, ..., SB₃のソースブロックに含まれる層0のソースシンボル上の標準Raptor Qアルゴリズムとともに生成される。層1(第2のカテゴリペイロードデータのための誤り訂正データ)のp=2パリティシンボルは、層0のソースシンボル全体の拡張されたソースブロック上に生成される。ステップ2(2)は、第1のカテゴリペイロードデータのための第1の誤り訂正データを決定するステップおよび第2のカテゴリペイロードデータのための第2の誤り訂正データを決定するステップとみなし得る。

40

【0075】

50

LA-FEC UIプロセスのステップ3(3)は、不均一なインターリーブである、そして、それは、畳み込みインターリーブおよび層1のための $IL_1 = 4$ のインターリーブ長(実施例において、インターリーブ長は、FECソースブロックの個数に対応する)および層0のための $IL_0 = 1$ を有するインターリーブでないことにより、図18の実施例において表わされる。例えば、ブロックインターリーブのような他の任意の種類インターリーブは、LA-FEC UIプロセスのために用いられ得ることに注意されたい。概説された実施例において、インターリーブプロセスは、固定サイズのFECシンボルに作用する。インターリーブプロセスが、例えば符号化FECソースおよびパリティシンボルを含んでいるUDPパケットのようなパケットレベル上に実行することも可能な点にここで注意することは、重要である。ステップ3(3)は、少なくとも第2の誤り訂正データ(層1パリティシンボル)および第2のカテゴリペイロードデータ(層1シンボル)を互いにインターリーブするステップとみなし得る、ここでは、第1の誤り訂正データ(層0パリティシンボル(複数))および第1のカテゴリペイロードデータ(層0シンボル)のインターリーブに関連する第1のインターリーブ長は、第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関連する第2のインターリーブと異なる。図示の例において、第1のインターリーブ長は、1、すなわち第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータのアクティブなインターリーブがこの例で実行されないことを意味する $IL_0 = 1$ 、である。しかしながら、一般に、少なくとも第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータをインターリーブする追加ステップの間、第1の誤り訂正データは、第1のカテゴリペイロードデータとインターリーブし得る。さらにまた、第1の誤り訂正データ、第1のカテゴリペイロードデータ、第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータは、統合インターリーブステップでインターリーブでき、ここでは、異なる第1および第2のインターリーブ長が使用される(このケースは、「少なくとも第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータをインターリーブする」定式化によってもカバーされる)。

【0076】

LA-FEC UIのステップ4(4)は、両方の層の同期のためのより短いインターリーブを有する層の遅延伝送を意味する。このように、誤り訂正符号化のための方法は、インターリーブされた第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータの伝送を遅延させる追加ステップを含み得る。遅延長は、層0(第1のカテゴリ)のあるソースブロックのすべてのシンボルが受信されるときに、対応するソースブロックの層1(第2のカテゴリ)のすべてのシンボルも図18に示されたように受信されるように設定されなければならない。シンボルの遅延長は、両方の層の実際のインターリーブ長および最高のビットレート(層1、すなわち第2のカテゴリ)を有する層のシンボルの個数に依存する。図18の典型的なインターリーブを考慮して、同期の目的のための必要な遅延 d は、 $d = (IL_1 - IL_0) * (k_1 + p_1)$ によって算出できる。

【0077】

2つのビットストリームは、さらに、別々に伝送されるかまたは任意の種類伝送チャンネルを通じて多重化される。実施例において、我々がリアルタイム伝送を考慮することに注意されたい、ここでは、両方の層は、特定の時間フレームおよびバースト抹消を有するチャンネルの伝送の範囲内において受信機で提示されることを要する。

【0078】

対応する誤り訂正エンコーダは、第1のカテゴリ(第1のカテゴリペイロードデータ)に属するペイロードデータおよび第2のカテゴリ(第2のカテゴリペイロードデータ)に属するペイロードデータを受信するための、そして、第1のカテゴリペイロードデータのための第1の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータのための第2の誤り訂正データを決定するための誤り訂正データ発生器を含み得る。誤り訂正エンコーダは、第2のカテゴリに属するペイロードデータを受信するための、そして、第2のカテゴリペイロードデータのための第2の誤り訂正データを決定するための第2の誤り訂正データ発生器を更に含み得る。さらにまた、インターリーブは、少なくとも第2

10

20

30

40

50

の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータを互いにインターリーブするための誤り訂正エンコーダの一部でもよい、ここでは、第1の誤り訂正データおよび第1のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関連する第1のインターリーブ長は、第2の誤り訂正データおよび第2のカテゴリペイロードデータのインターリーブに関連する第2のインターリーブ長と異なる。

【0079】

本願明細書において開示される教示の実施例において、誤り訂正データ発生器は、第1の装置（すなわち第1の誤り訂正データ発生器）および第2の装置（すなわち第2の誤り訂正データ発生器）を含み得る。

【0080】

図19は、伝送内に典型的なバースト誤りを含んでいる実施例の受信機処理を示す。換言すれば、図19は、受信機側を図式的に示す：デインターリーブを有する不均一な時間インターリーブを有するLA-FECプロセス、LA-FEC復号化。

【0081】

ステップ5(5)は、エラーを起こしやすいチャンネルの上のステップ(4)において発生するメディアストリームの伝送を示す。伝送は、両方の層に影響を及ぼすバースト誤りに影響される。与えられた実施例は、単に簡単のために抹消チャンネルにおいて概説される、そして、それはリンクまたはアプリケーション層（セクション「層認識のあるFEC」の注を参照）上の伝送エラーをシミュレートするために典型的に用いられる。しかしながら、同じプロセスは、エラーチャンネルにおいて適用もできる、ここでは、エラーの位置は、例えばセクション「LDPCコードを有する物理チャンネル上のLA-FEC」に記載されているLA-FEC LDPCコードを例えば使用するような受信機に知られていない。バースト誤りは、層0の4つのパケット（例えば4ビット/シンボル）および層1の8つのパケット（例えば8ビット/シンボル）の損失の原因となる、ここでは、消失したパケットの個数は、層の実際のビットレートに依存する。消失したパケットは、十字でマークされる。典型的な受信機が時間インスタンス t_0 でメディアストリームに同調することが、仮定されている。受信機は、完全に受信されたシンボルまたはパケットを使用できるのみであることに注意されたい。同調がパケットの中央にある場合、受信機は、失われたヘッダのためパケットを理解することができなくて、それを廃棄するであろう。ヘッダが完全に受信された場合、パケットに関する全ての必要な情報が利用し得る。誤り訂正復号化方法において、ステップ5(5)は、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データを受信するステップとみなし得る。第1のカテゴリペイロードデータは、インターリーブされたデータストリームにおける第1の誤り訂正データとインターリーブでき、そして、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データを受信するステップは、インターリーブされたデータストリームを受信することからなり得る。

【0082】

ステップ6(6)は、受信されたメディアストリーム（すなわち、（少なくとも）第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブしている）のデインターリーブを実行する。これは、受信機が各層 IL_0 および IL_1 の実際のインターリーブ時間（インターリーブ長）を認識していることを要する。インターリーブ長は、バンド内において、または、バンド信号伝送の外から信号伝送し得る。

【0083】

ステップ7(7)は、FEC復号化を示す。すべてのパケットが伝送中に消失するため、層0の標準FECは、 SB_1 および SB_2 を訂正できない。LA-FECコンセプトのため、拡張層（第2のカテゴリ）は、基層（第1のカテゴリ）を保護する、そして、より長時間のインターリーブのために、拡張層において失われた1つのパケットだけが存在する。すなわち、 SB_1 および SB_2 の両方の層の訂正を可能にする式(2)および(3)を満足するために拡張層において受信された十分なパケットが存在する。換言すれば、ス

10

20

30

40

50

トップ7(7)は、少なくとも第1の誤り訂正データ、すなわち、第1の誤り訂正データおよび第2の誤り訂正データを使用して第1のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーを訂正するステップに対応する。さらにまた、第2のカテゴリペイロードデータは、少なくとも第2の誤り訂正データを使用して訂正される。第2のカテゴリペイロードデータは、付加的な誤り訂正データ、例えば第3のカテゴリペイロードデータ(例えば、層2、層3、...)に属する第3の誤り訂正データ、によって、更に保護し得る。基層のインターリーブと比較して拡張層のより長時間のインターリーブは、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データのインターリーブに関連する第1のインターリーブ長が、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データのインターリーブに関連する第2のインターリーブ長と異なることを意味する。

10

【0084】

ステップ8(8)は、LA-FECおよび不均一時間インターリーブの組合せによる、エラーを伴うことなく回復されたビデオストリームを示す。

【0085】

誤り訂正デコーダは、デインターリーブおよび誤り訂正器から構成し得る。デインターリーブは、上記ステップ6(6)の一部またはすべての動作を実行するように構成し得る。誤り訂正器は、上記のステップ7(7)の一部またはすべての動作を実行するように構成し得る。特に、デインターリーブは、第2のカテゴリに属するペイロードデータおよび対応する第2の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータをデインターリーブするように構成し得る。インターリーブされたデータストリームは、第1のカテゴリおよび対応する第1の誤り訂正データに属するペイロードデータから更に構成されることに注意されたい。

20

【0086】

第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データは、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データとともにインターリーブし得る。別の方法では、第1のカテゴリペイロードデータおよび/または対応する第1の誤り訂正データは、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームから、別々に供給し得る。さらに、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データは、実際のインターリーブ/デインターリーブ(インターリーブ長=1)を必要とし得るかまたは実際のインターリーブ/デインターリーブ(インターリーブ長=1)を必要とできない。換言すれば、(デインターリーブ/デインターリーブによって)実際の(作動中の)インターリーブ/デインターリーブが実行されないときに、結果として生じるインターリーブ長は、1である。第1のインターリーブ長は、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データに関連している。第2のインターリーブ長は、第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データに関連している。第1のインターリーブ長は、第2のインターリーブ長と異なる。

30

【0087】

誤り訂正器は、第1のカテゴリペイロードデータおよび第1の誤り訂正データを受信するように構成し得る。さらにまた、誤り訂正器は、デインターリーブからデインターリーブされた形の第2のカテゴリペイロードデータおよび第2の誤り訂正データを受信するように構成し得る。第1のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーは、少なくとも第1の誤り訂正データを使用している誤り訂正器によって訂正し得る。第2のカテゴリペイロードデータにおける可能なエラーは、少なくとも第2の誤り訂正データを使用している誤り訂正器によって訂正し得る。

40

【0088】

層認識のある前方誤り訂正(LA-FEC)が実行されるときに、第1のカテゴリペイロードデータ(例えば基層データ)における可能なエラーの訂正は、第2の誤り訂正データ(例えば拡張層の誤り訂正データ)はもちろん第1の誤り訂正データも使用し得る。上述したように、一般的に第2のカテゴリペイロードデータの減少された誤り訂正能力の代償で、第1のペイロードデータの誤り訂正は、このようにより信頼性を高くし得る。

50

この種の誤り訂正スキームは、第2のカテゴリペイロードデータ（拡張層）が第1のカテゴリペイロードデータ（基層）に依存するケースにおいて、特に使用し得る。

【0089】

単層メディアおよびFECソースブロックのインターリーブを有する高速ザッピングおよび長時間インターリーブ：

【0090】

類似の機構は、単層符号化に適用できる。図20は、FECソースブロックインターリーブのプロセスを示す。換言すれば、図20は、高速同調中および長時間インターリーブのためのFECソースブロックインターリーブのプロセスを図式的に示す。

【0091】

ステップ1(1)は、単層(層0)メディアストリームを示す。時間単位 t につき、 k ソースシンボルが存在する。実施例において、 $k = 2$ である。

【0092】

ステップ2(2)は、 t のFECソースブロック(SB_x)長および p パリティシンボルを有するFEC符号化を示す。実施例において、 $p = 2$ である。FECアルゴリズムは、例えばLDPC、RaptorまたはRaptorQコードになり得る。

【0093】

ステップ3(3)は、FECソースブロックのインターリーブを示す、そこでは、インターリーブ長 IL_0 は、インターリーブされたFECソースブロックの個数を意味する。与えられた例において、 $IL_0 = 3$ である。

【0094】

ステップ4(4)は、典型的な同調時間 t_0 および各ソースブロック(SB_x)の関連した同期位置(SP_x)を有する最終的な伝送スケジュールを示す。時間インスタンス t_0 で同調する受信機は、 SP_0 において受信したビデオを開始し得る。この時点で、それは SB_0 の他のFECシンボルを受信しなかった、その結果、誤り訂正能力はこの時点で制限される。 SP_1 において、受信機は、1つの付加的なパリティシンボルを有する SB_1 を復号化し得る。 SP_2 の間、完全な訂正パフォーマンスおよび時間インターリーブ長が受信された。

【0095】

対応する誤り訂正エンコーダは、ペイロードデータを受信して、ペイロードデータのための誤り訂正データを決定するための誤り訂正データ発生器；および、誤り訂正データおよびペイロードデータをインターリーブするためのインターリーブを含み得る。誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリーム中のペイロードデータに先行する。ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる。ペイロードインターリーブ長の1つの可能な定義は、ペイロードインターリーブ長が、インターリーブされたデータストリームの対応するインターリーブされたデータブロックに挿入されている1つのペイロードデータブロックから、多くのペイロードデータ項目を記述することである。同様に、誤り訂正データインターリーブ長は、先行するインターリーブされたデータブロックに挿入されている前記ペイロードデータブロックから生じている多くの誤り訂正データ項目を記述する。図20の実施例において、ペイロードインターリーブ長は、1(すなわち、1つの与えられたソースブロックからのすべてのペイロードシンボルは、対応する伝送ブロックに含まれる)である。誤り訂正データインターリーブ長は、3($IL_{0,error\ correcting} = 3$)である、なぜなら、あるソースブロックに属する少なくとも1つの誤り訂正シンボルは、対応するペイロードシンボルを含む伝送ブロックから間隔において配置される3つの伝送ブロックである。例えば、 t_0 から始まる伝送ブロックは、2つのペイロードシンボル「0」(白の正方形)を含む。対応する誤り訂正シンボル(灰色の正方形)は、 t_{-1} および t_{-2} (図20に明示されていない)で始まる2つの先行する伝送ブロックに含まれる。

【0096】

随意に、前記ペイロードデータブロックからのすべてのペイロードデータ項目は、前記

10

20

30

40

50

インターリーブされたデータブロックに挿入し得る、そして、対応する誤り訂正データ項目は、直接的に、または、間接的に前記インターリーブされたデータブロックに先行する少なくとも2つのインターリーブされたデータブロックに挿入し得る。

【0097】

誤り訂正符号化のための対応する方法は、以下を含み得る：

- ペイロードデータを受信して、ペイロードデータのための誤り訂正データを決定する；
- 誤り訂正データおよびペイロードデータをインターリーブする、ここでは、誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリーム中のペイロードデータに先行する、そして、ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる。

10

【0098】

復号側（例えば受信機側）に関する限り、対応する誤り訂正デコードは以下を含み得る：デインターリーブおよび誤り訂正器。デインターリーブは、ペイロードデータおよびfsペイロードデータのための誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブするために構成されている、ここでは、誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリームにおけるペイロードデータに先行する、そして、ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる。誤り訂正器は、ペイロードデータおよび誤り訂正データを受信するために、そして、誤り訂正データを使用してペイロードデータにおける可能なエラーを訂正するために構成される、ここでは、ペイロードデータだけが受信され、かつ、誤り訂正データが失われた（例えば、誤り訂正データがもはや獲得し得ないような遅い同調による）ときに、ペイロードは利用し得るが、おそらく誤りである。

20

【0099】

誤り訂正復号化のための対応する方法は、以下を含み得る：

- ペイロードデータおよびペイロードデータのための誤り訂正データからなるインターリーブされたデータストリームをデインターリーブする、ここでは、誤り訂正データは、インターリーブされたデータストリーム中のペイロードデータに先行する、そして、ペイロードインターリーブ長は、誤り訂正データインターリーブ長と異なる；
- ペイロードデータおよび誤り訂正データを受信する；および
- 誤り訂正データを使用してペイロードデータにおける可能なエラーを訂正する、ここでは、ペイロードデータだけが受信され、かつ、誤り訂正データが失われたときに、ペイロードは利用し得るが、おそらく誤りである。

30

【0100】

この種の伝送スケジューリングについては、インターリーブ期間 IL_0 の後、同じ訂正パフォーマンスおよび時間多様性が達成される一方で、高速同調は可能である。この種の伝送スケジューリングは、LA-FECなしで成し遂げられることもできて、受信機側の高度なデインターリーブ機構も必要とする。

【0101】

LA-FEC UIのためのパフォーマンス実施例：

40

【0102】

シミュレーション結果は、固定バースト長をシミュレートするギルバート-エリオット（Gilbert-Elliot）モデルに基づいて実行される。我々は、9.57シンボルの固定平均バースト長および抹消確率 p_{er} により示される可変平均損失確率を仮定する。

【0103】

SVCのようなシミュレーション（例えば720p~1080pの空間スケーラビリティ）：

【0104】

表1は、選択された構成パラメータ上の概要を与える。SVC符号化ビデオストリームおよび0.5の層につき固定の符号レートのために典型的であるので、この説明に役立つ

50

実例は、1 : 2の層全体の特定のシンボル分布を仮定することに注意されたい。単層符号化と比較した更なる改良は、層全体の不均一符号レート分布によって成し遂げられ得る。

【0105】

表1 : メディアストリームおよびFEC符号化パラメータ :

	単層	階層化メディア
FECソースブロックk当たりのソースシンボル	60	層0 : 20 層1 : 40 (SVCの空間スケラビリティの典型的分布)
FEC符号レート $CR = k/n$	0.5	層0 : 0.5 層1 : 0.5
符号化シンボル (ソース+パリティ) nの数	120	層0 : 40 層1 : 80 合計 : 120
インターリーブ長	1 ; 9	層0 : 1 層1 : 1 ; 9
PSNR	40 dB 15 dB (復号可能でない)	層0 : 30 dB 層1 : 40 dB 15 dB (復号可能でない)

【0106】

単層の場合に関し特定の抹消確率 p_{er} 上のPSNR、各層(ST-FEC)ごとに独立なFEC生成を有する標準FEC、および様々なインターリーブ長をもつLA-FEC UIに関する受信ビデオ品質が、図21に示されており、基層の層復号化確率が、ST-FEC UIおよびLA-FEC UIを有する基層復号化確率に関する違いを強調するために図22に示されている。インターリーブ長 $IL = 9$ を有する単層のケースが、他のスキームのように時間内の同じ同調を提供せずに、単層のFECソースブロックインターリーブの潜在的パフォーマンスを意味するために含まれるだけであることに注意されたい。

【0107】

図21は、LA-FEC、LA-FEC UI、ST-FEC、ST-FEC UIおよび単層(SL)符号化を有するPSNRに関して、ビデオ品質の比較を示す。2つの異なるインターリーブ長 $IL = 1$ (インターリーブでない)および $IL = 9$ が、使用される。SL- $IL = 1$ のみが、すべてのLA-FEC UIスキームのように時間内の同じ同調を示すことに注意されたい。図21における結果は、UIなしでLA-FEC $IL_0 = 1 ; IL_1 = 1$ が、ST-FECスキームを上回って、SLスキームに近づくことを示す。 $IL = 1$ パフォーマンス。LA-FEC UI FEC $IL_0 = 1 ; IL_1 = 9$ は、遅延SL- $IL = 1$ における同じ同調を提供する単層FEC符号化を著しく上回る。LA-FEC UIは、単層 $IL = 9$ のパフォーマンスに達しない。すなわち、サービスへの速い同調を可能にしながら、LA-FEC UIスキームは、SL- IL_1 およびSL- IL_9 の間にパフォーマンスを提供する。

【0108】

図22Aおよび22Bは、LA-FEC、LA-FEC UI、ST-FEC、ST-FEC UIおよび単層(SL)符号化を復号化する基層および拡張層の比較を示す。2つの異なるインターリーブ長 $IL = 1$ (インターリーブではない)および $IL = 9$ が、使用される。SL- $IL = 1$ のみが、すべてのLA-FEC UIスキームのような同じ同調時間を示すことに注意されたい。基層パフォーマンス上のLA-FEC UIスキームは、22(上部)に発見できる。拡張層のより長いインターリーブは、基層にいかなる影響を及ぼしもしないST-FEC UIに反して、LA-FECについて、基層パフォーマンスは、増加する。全体としては、(ザッピング)時間の同じサービス同調を有するスキームと比較したとき、結果は、LA-FEC UIのパフォーマンスゲインを示す。更

なるゲインは、層（UEP）全体の符号レート分布の最適化によって、および、層全体のソースシンボル分布の他の比率によって期待される。

【0109】

層0としてのオーディオストリームおよび層1としてのビデオストリームを持つLA-FEC UI:

【0110】

提案されたLA-FEC UIスキームが、例えばオーディオストリームの全域で単層ビデオに適用もできる点に注意すべきことは、重要である。これらのセクションは、層0のオーディオストリームおよび層1のビデオストリームを有することとともに若干のパフォーマンス結果を与える。

10

【0111】

表2は、選択された構成パラメータ上の概観を与える。ビデオストリームと比較してオーディオ符号化ストリームのために現実的であり得るので、この説明に役立つ実施例が、1:8の2つの層全体の特定のシンボル分布と仮定されていることに注意されたい。さらにまた、0.5の層につき固定された符号レートが、仮定されている。単層符号化と比較した更なる改良は、層全体の不均一な符号レート分布によって達成され得る。

【0112】

表2:メディアストリームおよびFEC符号化パラメータ:

	単層	階層化メディア
FECソースブロックk当たりのソースシンボル	60	層0:7 層1:54 (オーディオ(層0)およびビデオ(層1)の仮定されたビットレート分布)
FEC符号レート CR = k/n	0.5	層0:0.5 層1:0.5
符号化シンボル(ソース+パリティ)nの数	120	層0:14 層1:106 合計:120
インターリーブ長	1;9	層0:1 層1:1;9

20

30

【0113】

図23の結果は、1:8の層全体のビットレート比率を有する層0のオーディオストリームおよび層1のビデオストリームを有する設定を意味する。図は、1および8のインターリーブ長を有する単層(SL)と呼ばれる1つのFECソースブロック内に、オーディオおよびビデオの両方を有することに関するメディア復号化確率に関する比較を示す。換言すれば、図23は、LA-FEC UIおよび単層(SL)符号化によるオーディオおよびビデオ層復号化の比較を示す。2つの異なるインターリーブ長IL=1(インターリーブではない)およびIL=9が、使用される。すべてのLA-FEC UIスキームのように、SL-IL=1のみが時間内の同じ同調を示すことに注意されたい。

40

【0114】

図23の結果は、2つの層のビットレート間のより大きい違いについては、LA-FEC UIのゲインも増加することを示す。LA-FEC UI VIDEO符号化層が、ほとんどSL設定のパフォーマンスに達する一方、オーディオストリームの小さなソースブロックは、エラーバーストチャンネルのより高いエラー領域において有益であるため、LA-FEC UI オーディオストリームは、SLストリームさえ上回る。

【0115】

RaptorおよびRaptorQおよびLA-FEC UIの信号伝送:

【0116】

RaptorおよびRaptorQは、ソースシンボルk(バンド内の)およびKma

50

x (SDP)、シンボルサイズT、各符号化されたシンボルX (IETF FEC FrameworkにおけるRaptor ペイロード IDに含まれる)のユニーク識別子、および受信機側(セクション「Raptor FECへの層認識のあるFEC統合」およびセクション「Raptor Q FECへの層認識のあるFEC統合」を参照)でプリコーディングおよび符号化マトリックスを再生するための符号化ID (SDP)およびFEC ID (帯域内)により、例えば定義される使用済みFECアルゴリズムの合計の帯域外もしくは帯域内信号伝送を要する。

【0117】

LA-FECは、拡張層シンボルの信号伝送を要する、そして、基層シンボルは、ジョイント復号化プロセス(セクション「LA-FECの信号伝送」を参照)において使用できる。

10

【0118】

受信機側でデインターリーブしているプロセスの効果的なメモリ管理のために、LA-FEC UI RaptorまたはRaptor Qは、さらに、全ての含まれる層のFECコード化されたシンボルのインターリーブ長(IL)の信号伝送(セクション「時間インターリーブ」を参照)を要する。

【0119】

SDP(セクション「LA-FECの信号伝送」を参照)を使用している帯域信号伝送の典型的な出力は、潜在的な新しいパラメータ<<a:fec.インターリーブ:200ms>>によって以下に示される

20

【0120】

v=0

o=Cornelius 1122334455 1122334466 IN IP4 la-fec.example.com

s=SVC LA-FEC Raptor Example

t=0 0

a=group:FEC-FR S1 S2 R1 R2

a=group:FEC-FR S1 R1

c=IN IP4 233.252.0.1/127

a=group:DDP S1 S2

m=video 20000 RTP/AVP 96

30

b=AS:90

a=framerate:15

a=rtpmap:96 H264/90000

a=fec-source-flow:id=0

a=mid:S1

m=video 20002 RTP/AVP 97

b=AS:64

a=framerate:15

a=rtpmap:97 H264-SVC/90000

a=fec-source-flow:id=1

40

a=mid:S2

a=depend:97 lay S1: 97

m=application 30000 RTP/AVP 110

c=IN IP4 233.252.0.3/127

a=fec-repair-flow:encoding-id=6; fssi=Kmax:8192,T:128,P:A;

a=fec-interleaving: 200ms

a=mid:R1

m=application 30000 RTP/AVP 111

c=IN IP4 233.252.0.4/127

a=fec-repair-flow:encoding-id=6; fssi=Kmax:8192,T:128,P:A

50

a=fec - interleaving: 1000ms

a=mid:R2

【 0 1 2 1 】

他の可能性は、ソースシンボル k の数を伴うインターリーブ長($I L$)の典型的な帯域内信号伝送、ソースシンボルサイズ T 、ユニークなシンボル識別子($F E C I D$)および実際のソースブロックのインターリーブ長($I L$)に関して図式的に示す図 2 4 に記載されたようにパケットヘッダを有する帯域内信号伝送を行うことである。 $I L$ 値は、 $S D P$ 実施例における $a = F E C$ - インターリーブパラメータに対応する。

【 0 1 2 2 】

最先端を越える進歩：

【 0 1 2 3 】

- 不均一な時間インターリーブおよび $L A - F E C$ は、高速ザッピング(サービス同調) および長時間インターリーブをもたらす。短時間インターリーブを有する基層は、高速同調を可能にする。拡張層は、 $L A - F E C$ のために基層を保護する長時間インターリーブを有する。
- サービスに同調する受信機は、最初に基層を復号化し始める。過渡期の後、それは、拡張層を復号化し得る。 $L A - F E C$ のため、全部のサービスロバスト性は、拡張層のより長い時間インターリーブによって増加する。
- 両方の層の伝送スケジューリングは、基層と拡張層が不均一な時間インターリーブ長と同期し続けるように基層伝送が遅延される方法でスケジュールされている。
- 単層および階層化メディア符号化を有する $F E C$ ソースブロックのインターリーブ
- 受信機側での各層の $F E C$ ソースブロックのインターリーブ長の信号伝送。
- $L A - F E C$ は、いかなる同期データ、例えば単層およびその関連するオーディオストリーム上の単層にも適用し得る。これは、既存の $L A - F E C$ 米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 7 6 8 6 号明細書において考慮されていない。

【 0 1 2 4 】

いくつかの態様が、装置との関連で記載されていたにもかかわらず、これらの態様も対応する方法の説明を表すことは明らかである、そこでは、ブロックまたは装置は、方法ステップまたは方法ステップの特徴に対応する。同様に、方法ステップとの関連で記載されている態様も、対応する装置の対応するブロックまたは項目または特徴の説明を表す。方法ステップの一部または全部は、例えばマイクロプロセッサ、プログラム可能なコンピュータまたは電子回路などのハードウェア装置(を用いること)により実行し得る。いくつかの実施形態では、最も重要な方法ステップの一つまたはそれ以上のいくつかは、この種の装置によって実行し得る。

【 0 1 2 5 】

発明の符号化された/圧縮された信号は、デジタル記憶媒体に保存でき、あるいは、例えばワイヤレス伝送媒体またはインターネットなどの有線の伝送媒体などの伝送媒体上に伝送し得る。

【 0 1 2 6 】

特定の実施要件により、本発明の実施例は、ハードウェアにおいて、または、ソフトウェアにおいて実施し得る。実施は、その上に格納される電子的に読み込み可能な制御信号を有するデジタル記憶媒体、例えばフロッピー(登録商標)ディスク、 $D V D$ 、ブルーレイ、 $C D$ 、 $R O M$ 、 $P R O M$ 、 $E P R O M$ 、 $E E P R O M$ またはフラッシュメモリ、を使用して実行し得る、そして、それぞれの方法が実行されるように、それはプログラム可能なコンピュータシステムと協働する(または協働し得る)。従って、デジタル記憶媒体は、計算機可読でもよい。

【 0 1 2 7 】

本発明によるいくつかの実施例は、電子的に読み込み可能な制御信号を有するデータ記憶媒体からなる、そしてそれは、本願明細書において記載されている方法のうちの1つが実行し得るように、プログラム可能なコンピュータシステムと協働し得る。

10

20

30

40

50

【0128】

一般に、本発明の実施例は、プログラムコードを有するコンピュータプログラム製品として実施し得る、そして、コンピュータプログラム製品がコンピュータで動くときに、プログラムコードが方法のうちの1つを実行するために作動している。プログラムコードは、機械読み取り可能な担体に例えば格納し得る。

【0129】

他の実施例は、本願明細書において記載されていて、機械読み取り可能な担体に格納される方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムからなる。

【0130】

換言すれば、本発明の方法の実施例は、従って、コンピュータプログラムがコンピュータで動くとき、本願明細書において記載されている方法のうちの1つを実行するためのプログラムコードを有するコンピュータプログラムである。

10

【0131】

本発明の方法の更なる実施例は、従って、その上に記録された、本願明細書において記載されている方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを含むデータ担体（またはデジタル記憶媒体またはコンピュータ可読媒体）である。

【0132】

本発明の方法の更なる実施例は、従って、本願明細書において記載されている方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを表しているデータストリームまたは一連の信号である。データストリームまたは一連の信号は、データ通信接続、例えばインターネットを経て、転送されるように例えば構成し得る。

20

【0133】

更なる実施例は、本願明細書において説明された方法の1つを実行するように構成されあるいは適合された処理手段、例えばコンピュータ、あるいはプログラム可能な論理装置を含む。

【0134】

更なる実施例は、本願明細書において記載されていた方法の1つを実行するためのコンピュータプログラムをその上にインストールしているコンピュータを含む。

【0135】

いくつかの実施形態では、プログラム可能な論理装置（例えばフィールドプログラム可能なゲートアレイ）は、本願明細書において記載されている方法の機能のいくつかまたは全てを実行するために用い得る。いくつかの実施形態では、フィールドプログラマブルゲートアレイは、本願明細書において記載されている方法の1つを実行するために、マイクロプロセッサと協働し得る。一般的に、方法は、いかなるハードウェア装置によっても好ましくは実行される。

30

【0136】

上記した実施例は、本発明の原理のための、単なる実例である。改良および配置の変化および本願明細書において記載されている詳細は、他の当業者にとって明らかであるものと理解される。従って、最新の特許クレームの範囲のみによって制限され、そして、本願明細書および実施例の説明を通じて示される具体的な詳細だけによって制限されないことが、意図である。

40

【0137】

参考文献

[1]A. Shokrollahi, "Raptor Codes," IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 52, Issue 6, pp. 2551-2567, 2006.

[2]M. Luby, A. Shokrollahi, M. Watson, T. Stockhammer, L. Minder, "RaptorQ Forward Error Correction Scheme for Object Delivery," IETF RMT, draft-ietf-rmt-bb-fec-raptorq-04, August 2010, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rmt-bb-fec-raptorq-04>.

[3]M. Luby, A. Shokrollahi, M. Watson, T. Stockhammer, "Raptor Forward Error

50

Correction Scheme for Object Delivery," IETF RFC 5053, Internet Engineering Task Force (IETF), Network Working Group, September 2007, <http://tools.ietf.org/html/rfc5053>.

[4]C. Hellge, T. Schierl, and T. Wiegand, "Mobile TV using scalable video coding and layer-aware forward error correction," IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME'08), Hanover, Germany, June 2008.

[5]Cornelius Hellge, David Gomez-Barquero, Thomas Schierl, and Thomas Wiegand:

Layer-Aware Forward Error Correction for Mobile Broadcast of Layered Media,

10

IEEE Transactions on Multimedia, vol. 13, pp. 551-562, 2011.

[6]H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-time Applications", IETF STD 0064, RFC 3550, July 2003, <http://tools.ietf.org/html/rfc3550>.

[7]J. Postel, "User Datagram Protocol", IETF STD 6, RFC 768, September 1981, <http://tools.ietf.org/html/rfc768>.

[8]S. Wenger, Y.-K. Wang, T. Schierl, and A. Eleftheriadis, "RTP payload format for SVC video", IETF AVT, RFC 6190, May 2011, <http://tools.ietf.org/html/rfc6190>.

[9]Y.-K. Wang, T. Schierl, "RTP Payload Format for MVC Video," work in progress, IETF AVT, draft-ietf-payload-rtp-mvc-01.txt, September 2011, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-payload-rtp-mvc-01>.

20

[10]M. Handly, V. Jacobson, and C. Perkins, "SDP: Session Description Protocol", IETF RFC 4566, July 2006, <http://tools.ietf.org/html/rfc4566>.

[11]T. Schierl and S. Wenger, "Signaling media decoding dependency in Session Description Protocol (SDP)," IETF MMUSIC, April 2009, <http://tools.ietf.org/html/rfc5583>.

[12]M. Watson, A. Begen, V. Roca, "Forward Error Correction (FEC) Framework," IETF FECFRAME, RFC 6363, October 2011.

[13]M. Watson, T. Stockhammer, M. Luby, "Raptor FEC Schemes for FECFRAME," IETF FECFRAME, draft-ietf-fecframe-raptor-05, September 2011, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-fecframe-raptor-05>.

30

[14]M. Watson, T. Stockhammer, "RTP Payload Format for Raptor FEC", IETF FECFRAME, draft-ietf-fecframe-rtp-raptor-05, October 2011, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-fecframe-rtp-raptor-05>.

[15]A. Begen, "Session Description Protocol Elements for the Forward Error Correction (FEC) Framework", IETF FECFRAME, RFC 6364, October 2011, <http://tools.ietf.org/html/rfc6364>.

[16]A. Begen, "Forward Error Correction Grouping Semantics in the Session Description Protocol", IETF FECFRAME, RFC 5956, September 2010, <http://tools.ietf.org/html/rfc5956>.

40

[17]G. Camarillo, H. Schulzrinne, "The Session Description Protocol (SDP) Grouping Framework," IETF MMUSIC, RFC 5888, June 2010, <http://tools.ietf.org/html/rfc5888>.

[18]Patent Application LA-FEC (Publication No. US 2010/017686 A1)

【 図 1 】

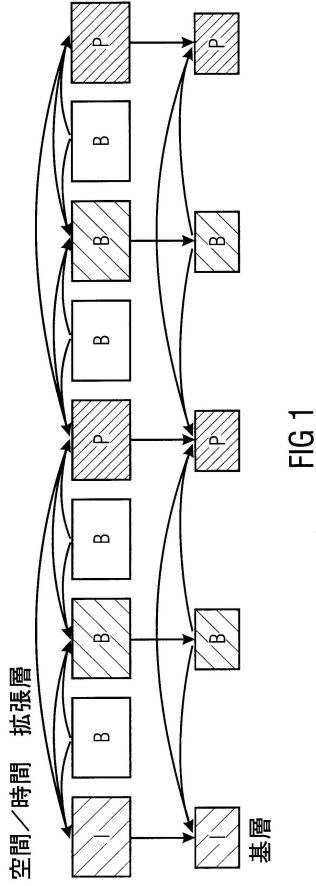


FIG 1

【 図 2 】

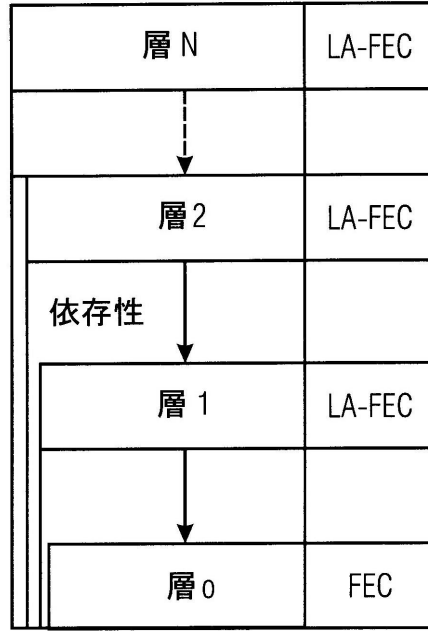


FIG 2

【 図 3 】

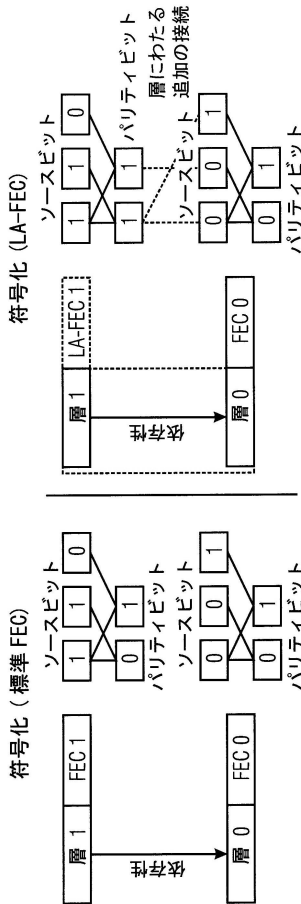


FIG 3

【 図 4 】

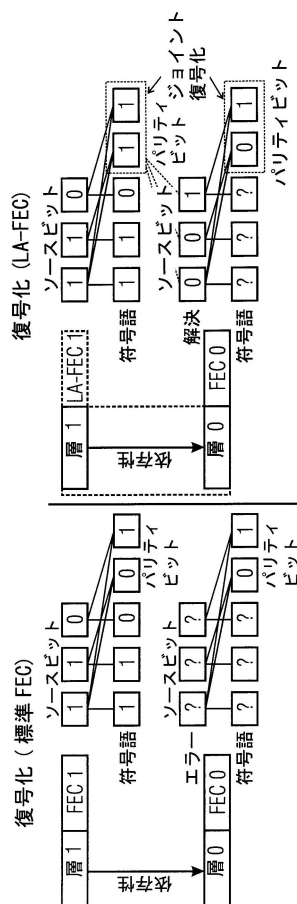


FIG 4

【図5】

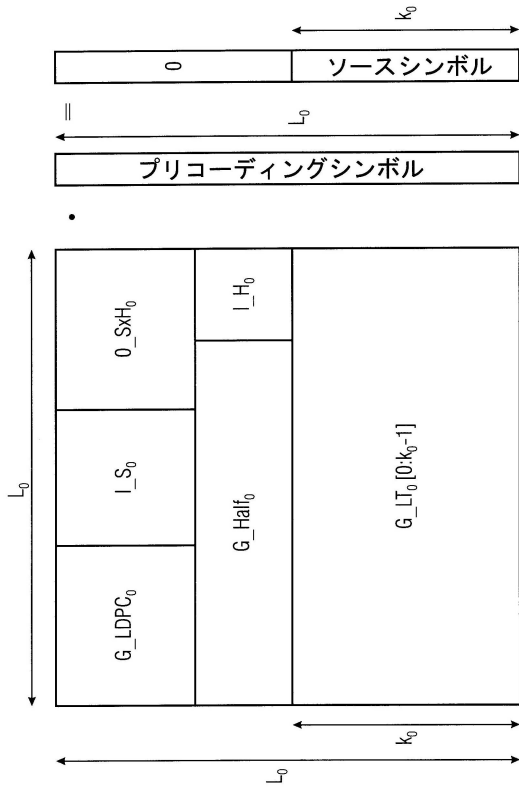


FIG 5

【図6】

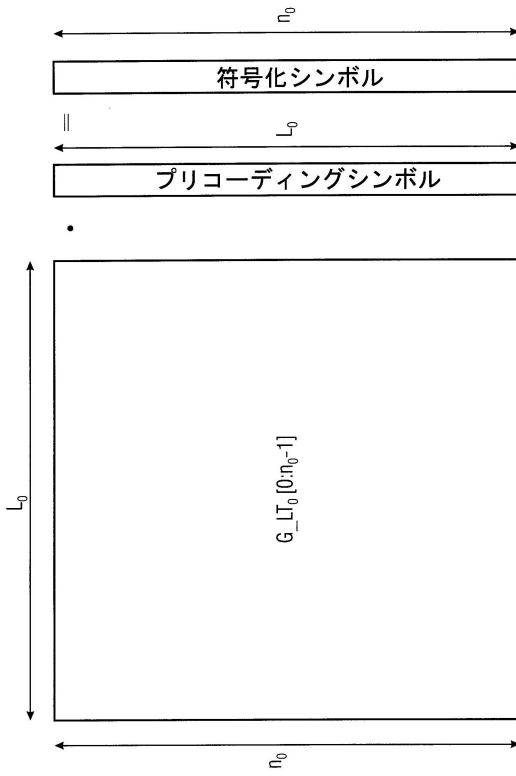


FIG 6

【図7】

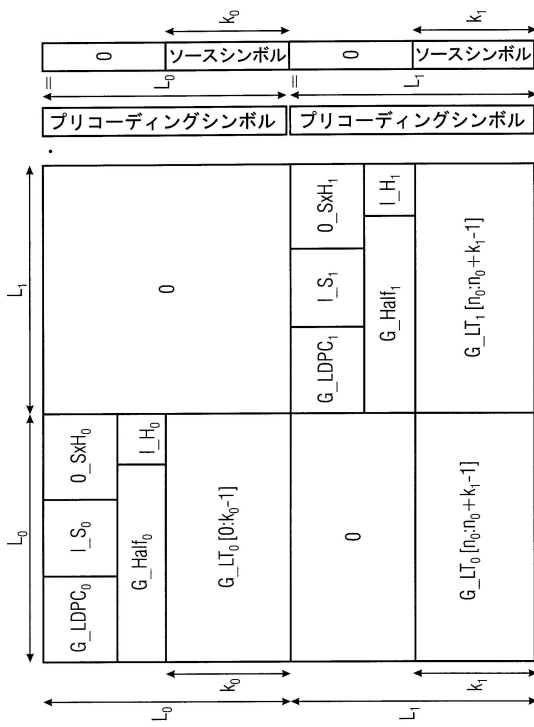


FIG 7

【図8】

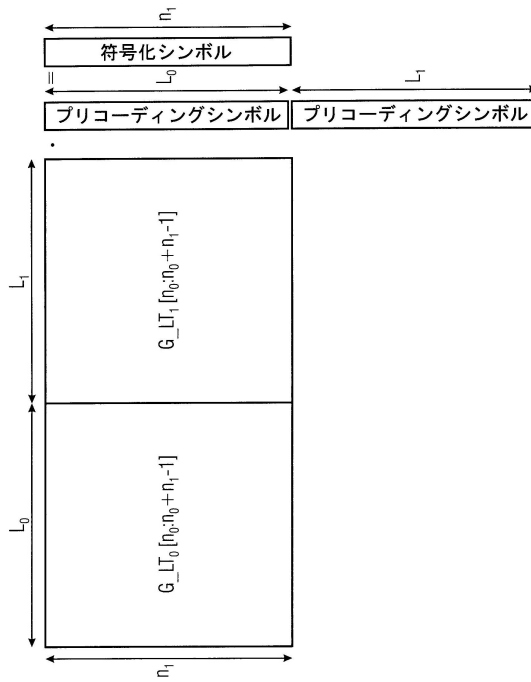


FIG 8

【 図 9 A 】

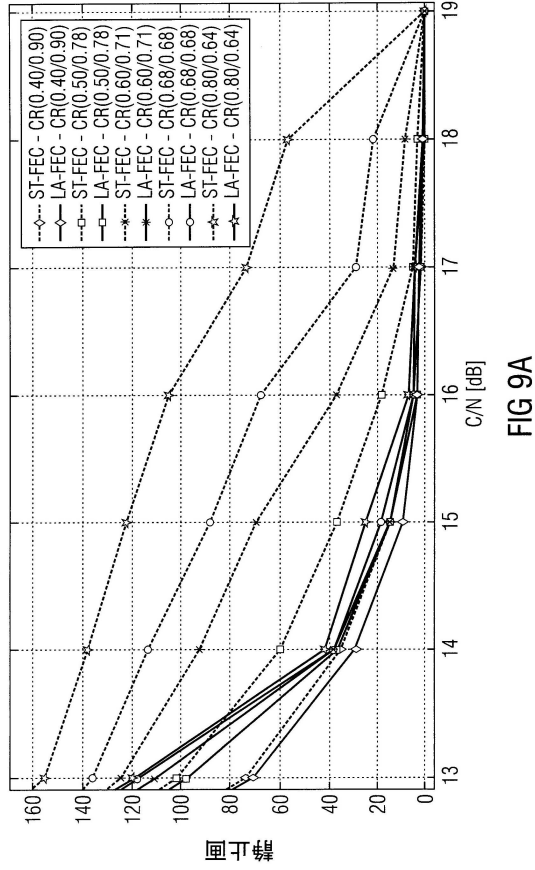


FIG 9A

【 図 9 B 】

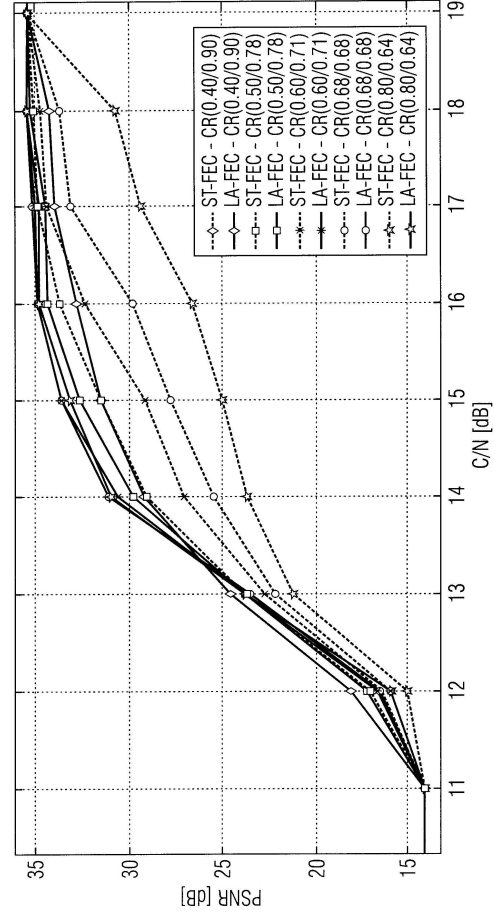


FIG 9B

【 図 1 0 】

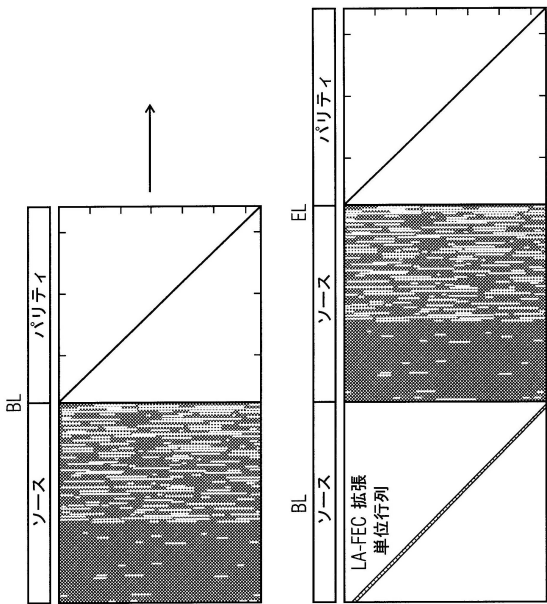


FIG 10

【 図 1 1 】

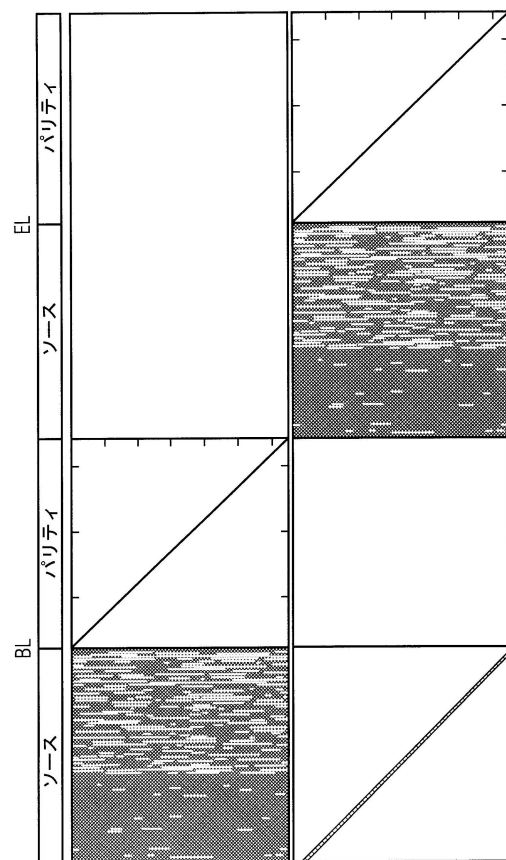


FIG 11

【図 12】

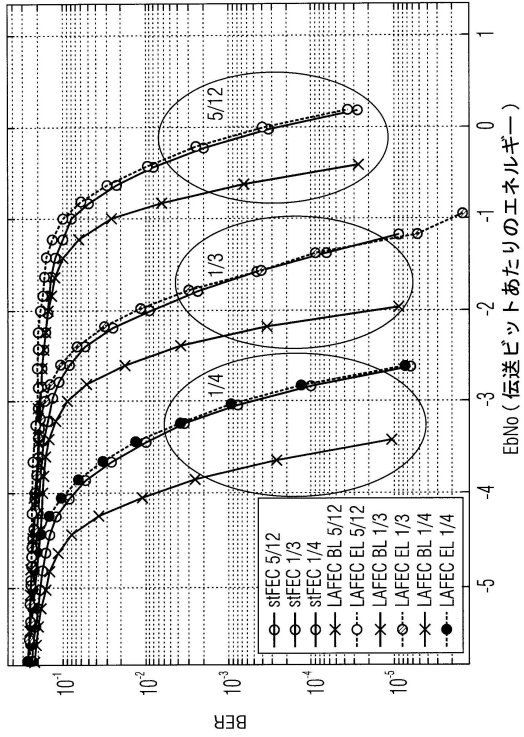


FIG 12

【図 13】

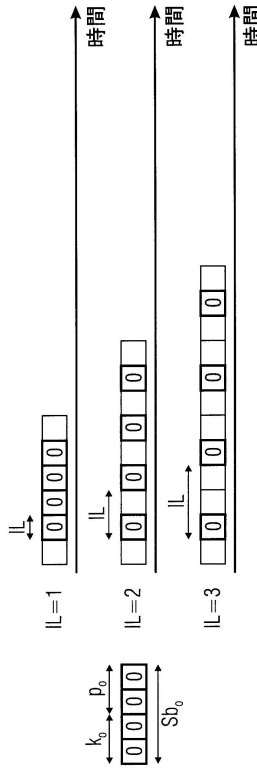


FIG 13

【図 14】

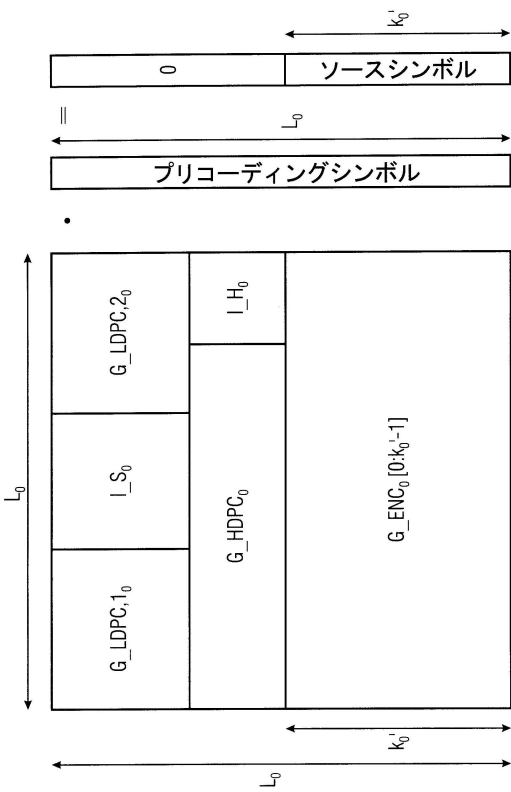


FIG 14

【図 15】

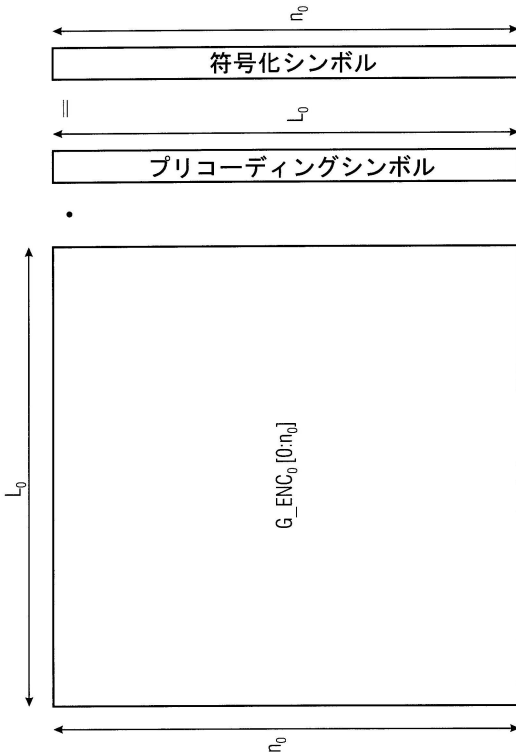
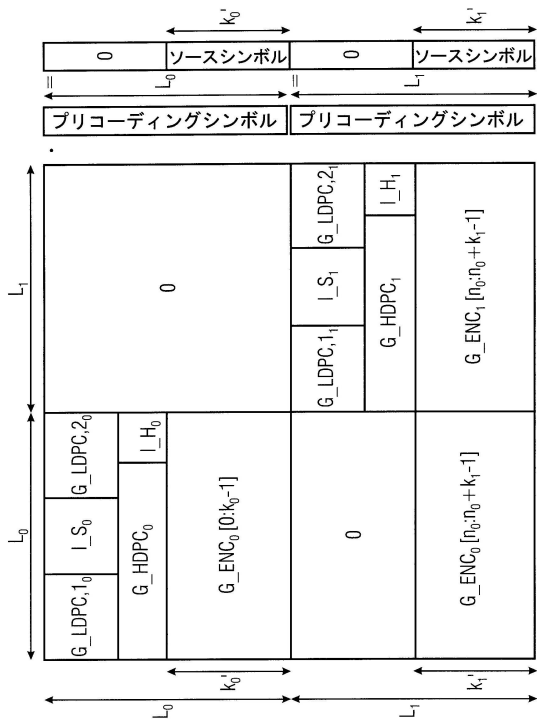


FIG 15

【図16】



【図17】

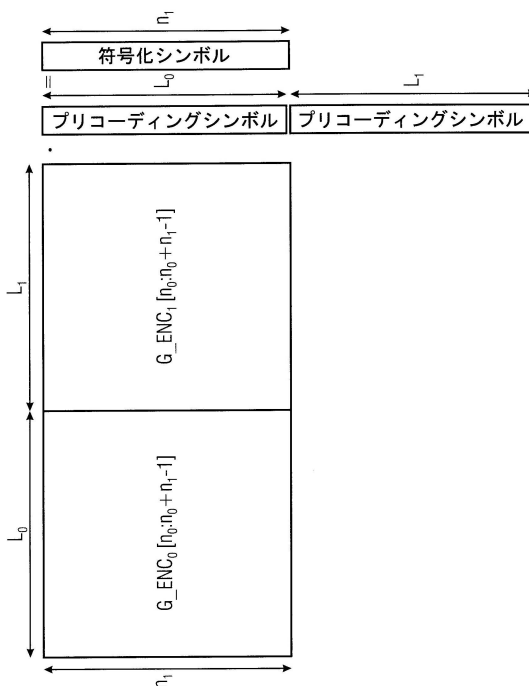


FIG 16

FIG 17

【図18A】

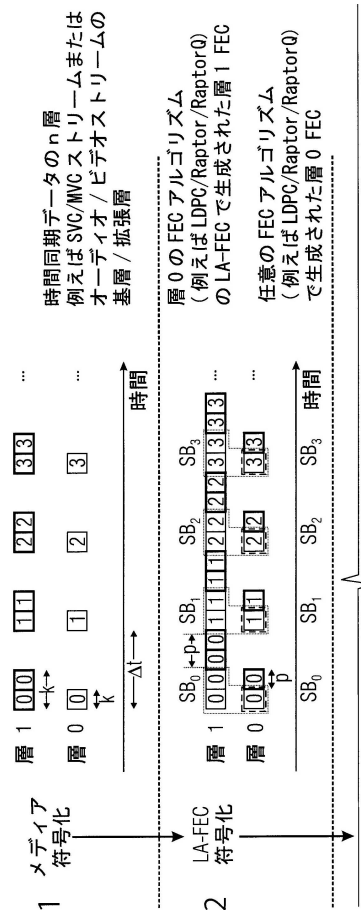


FIG 18A

FIG 18
FIG 18A
FIG 18B

【図18B】

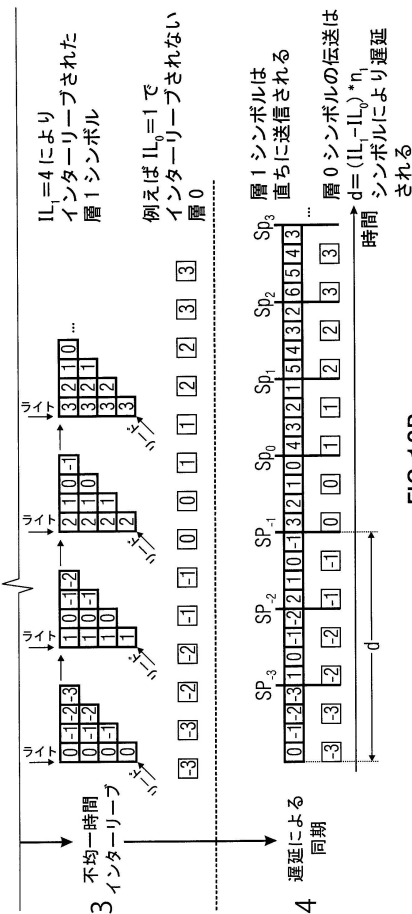


FIG 18B

FIG 18
FIG 18A
FIG 18B

【図 19A】

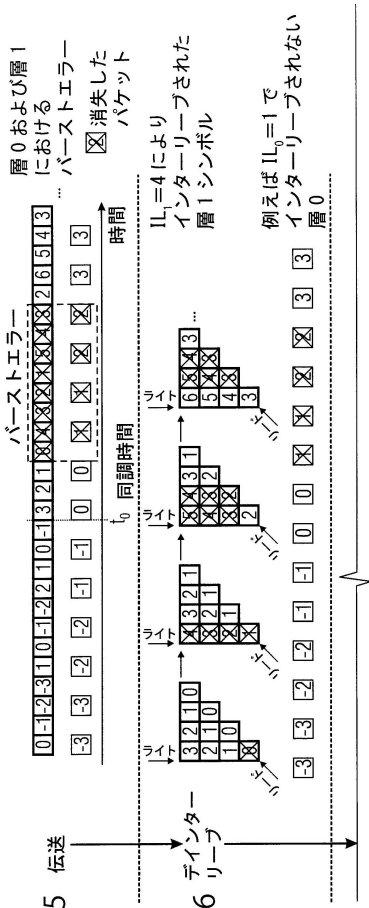


FIG 19A
 FIG 19
 FIG 19B

【図 19B】

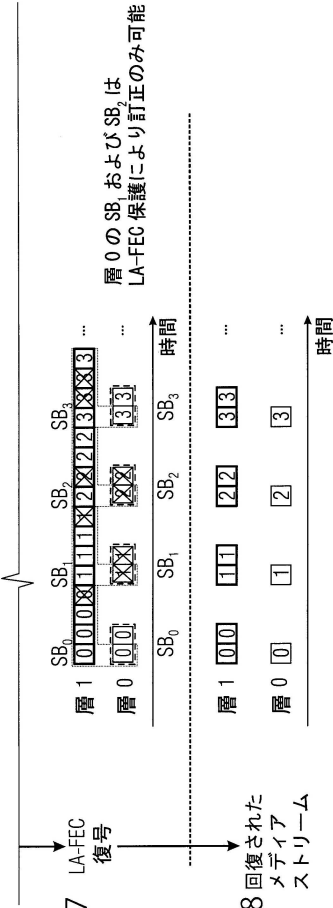
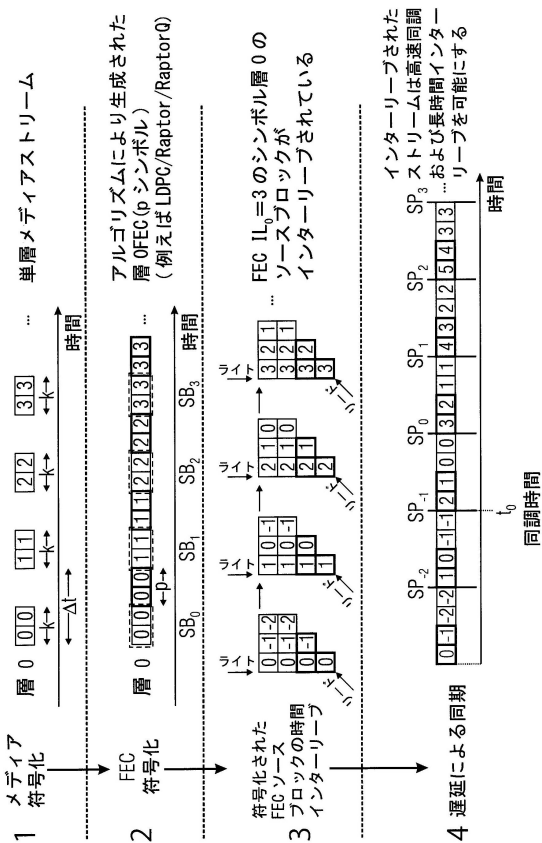


FIG 19A
 FIG 19
 FIG 19B

【図 20】



【図 21】

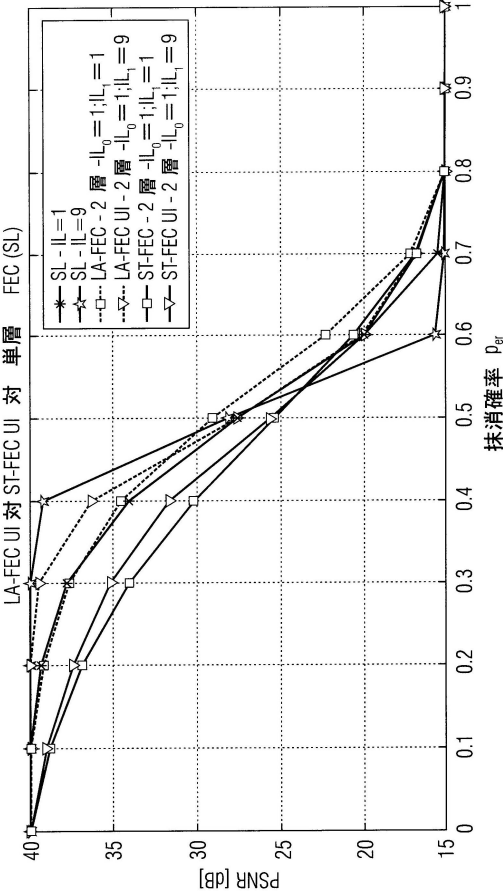


FIG 21

【図 22 A】

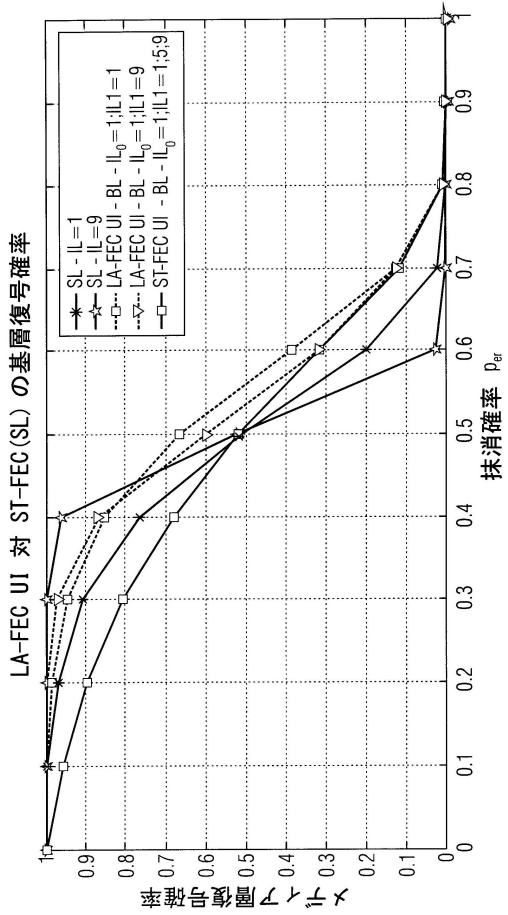


FIG 22A

【図 22 B】

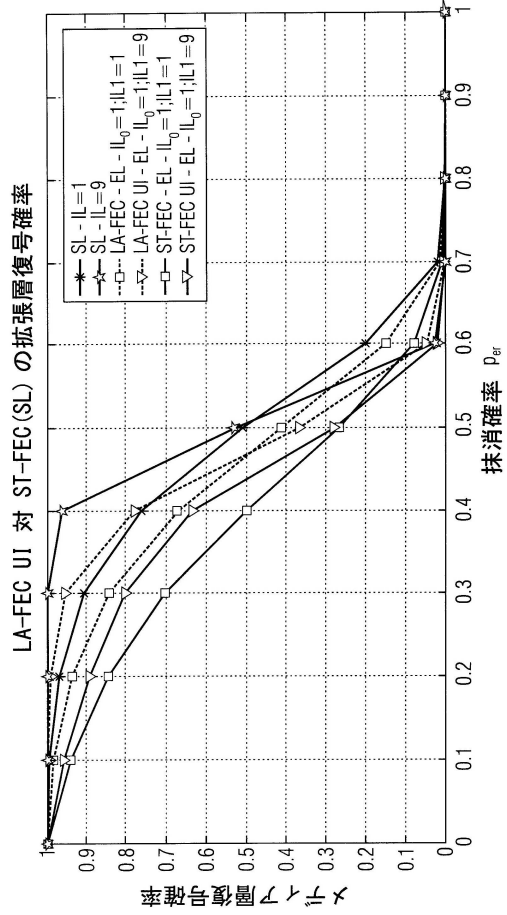


FIG 22B

【図 23】

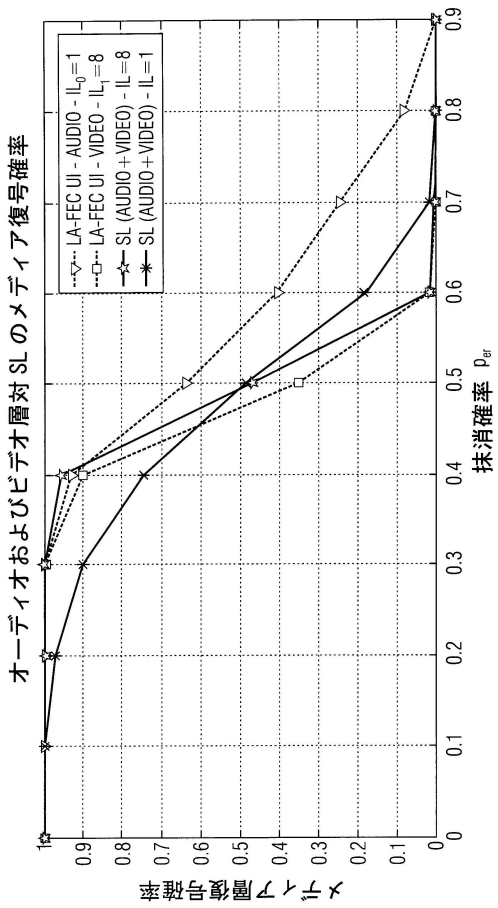


FIG 23

【図 24】

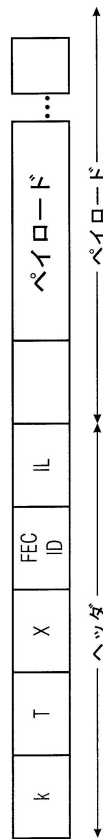


FIG 24

フロントページの続き

- (72)発明者 シーアル トーマス
ドイツ連邦共和国 1 0 4 3 7 ベルリン ドゥンカーシュトラーセ 7 2
- (72)発明者 ウィーガント トーマス
ドイツ連邦共和国 1 4 1 9 5 ベルリン オットー - アペル - シュトラーセ 5 2
- (72)発明者 ゴメス - バルケーロ ダビッド
スペイン国 3 0 2 0 5 カタルヘナ ドゥケ セベリアーノ 2 8 エ

審査官 岡 裕之

- (56)参考文献 国際公開第2 0 1 0 / 0 5 3 9 3 2 (W O , A 1)
特開2 0 0 3 - 3 0 4 5 1 0 (J P , A)
特開2 0 0 0 - 2 4 4 4 2 9 (J P , A)
米国特許出願公開第2 0 1 0 / 0 1 1 1 1 9 7 (U S , A 1)
Cornelius Hellge et al. , Layer-Aware Forward Error Correction for Mobile Broadcast of Layered Media , Multimedia, IEEE Transactions on , 2 0 1 1 年 6 月 , Vol.13, No.3 , pp.551-562
Cornelius Hellge et al. , Receiver driven layered multicast with layer-aware forward error correction , Image Processing, 2008. ICIP 2008. 15th IEEE International Conference on , 2 0 0 8 年 1 0 月 1 5 日 , pp.2304-2307
Cornelius Hellge et al. , Mobile TV using scalable video coding and layer-aware forward error correction , Multimedia and Expo, 2008 IEEE International Conference on , 2 0 0 8 年 4 月 2 6 日 , pp.1177-1180
Yongkai Huo et al. , Tree-Structured Multiple Description Coding for Multiview Mobile TV and Camera-Phone Networks , Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 2011 IEEE , 2 0 1 1 年 9 月 8 日
Yifei Sun et al. , Layer-Aware Unequal Error Protection for Robust Scalable H.264 Video Transmission over Packet Lossy Networks , Network-Based Information Systems (NBIS), 2011 14th International Conference on , 2 0 1 1 年 9 月 9 日 , pp.628-633
Cornelius Hellge et al. , Mobile TV with Long Time Interleaving and Fast Zapping , Multimedia and Expo Workshops (ICMEW), 2012 IEEE International Conference on , 2 0 1 2 年 7 月 1 3 日 , pp.623-628
B. Sayadi et al. , Base Band inter-frame FEC (BB-iFEC) for Next Generation Handheld DVB-NGH , Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2011 IEEE International Symposium on , 2 0 1 1 年 6 月 1 0 日

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 3 M 1 3 / 2 9
H 0 3 M 1 3 / 2 7
H 0 4 L 1 / 0 0
I E E E X p l o r e
C i N i i