

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5405563号
(P5405563)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 L 1/00 (2006.01) HO 4 L 1/00 B
HO 3 M 13/45 (2006.01) HO 3 M 13/45

請求項の数 16 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2011-507916 (P2011-507916)
 (86) (22) 出願日 平成21年5月6日(2009.5.6)
 (65) 公表番号 特表2011-520372 (P2011-520372A)
 (43) 公表日 平成23年7月14日(2011.7.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2009/055489
 (87) 国際公開番号 W02009/135882
 (87) 国際公開日 平成21年11月12日(2009.11.12)
 審査請求日 平成24年1月13日(2012.1.13)
 (31) 優先権主張番号 08305151.6
 (32) 優先日 平成20年5月6日(2008.5.6)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(73) 特許権者 391030332
 アルカテルルーセント
 フランス国、75007・パリ、 アブニ
 ユ・オクターブ・グレアール、 3
 (73) 特許権者 510294162
 エコール・シユペリウール・デレクトリシ
 テ
 フランス国、エフー91192・ジフ・シ
 ユリベット・セデックス、プラトー・ドウ
 ・ムロン、リュ・ジヨリオークユリー、 3

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝送エラーの回復

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロトコル層に対応するプロトコルデータユニット(11)を受信するステップであって、前記プロトコルデータユニットのフォーマットが、制御データのための少なくとも1つの制御フィールド(12)と、前記制御データに関連付けられたエラー検出符号のための少なくとも1つのエラー検出フィールド(13)と、サービスデータのための少なくとも1つのサービスフィールド(14)とを含む、受信するステップと、

制御データの誤った状態を検出するために、プロトコルデータユニットのエラー検出符号を検査するステップと、

誤った状態が検出されたときに、制御データのための有限の組の候補値を決定し、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を決定するステップであって、制御データのための候補値はプロトコルデータユニットに対して外部の情報に応じて決定され、前記外部の情報は制御データについての予備知識を含む、決定するステップと、

受信されたプロトコルデータユニットの制御データと、それぞれの候補値との第1の相関を決定するステップと、

受信されたプロトコルデータユニットのエラー検出符号と、それぞれの候補値に関連付けられたエラー検出符号値との第2の相関を決定するステップと、

前記第1の相関および前記第2の相関に応じて、その組の候補値の中で、制御データのための訂正值を選択するステップ(15)とを含む、伝送エラーを回復するための方法。

10

20

【請求項 2】

より上位のプロトコル層復号器にサービスデータを引き渡すステップのために、制御データの訂正值を使用するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

プロトコルデータユニットを受信するステップが、プロトコルデータユニットに対応する一連の軟判定データ(100)を受信するステップを含み、より上位のプロトコル層復号器にサービスデータを引き渡すステップが、サービスフィールドに対応する軟判定データ(14)を引き渡すステップを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

プロトコルデータユニットを受信するステップが、プロトコルデータユニットに対応する一連の軟判定データ(100)を受信するステップを含み、プロトコルデータユニットの制御フィールドに対応する軟判定データに応じて、第 1 の相関が決定される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 5】

プロトコルデータユニットを受信するステップが、プロトコルデータユニットに対応する一連の軟判定データ(100)を受信するステップを含み、プロトコルデータユニットのエラー検出フィールドに対応する軟判定データに応じて、第 2 の相関が決定される、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

候補値を決定するステップが、制御フィールドの第 1 の部分のための単一の候補値を決定するステップと、制御フィールドの第 2 の部分のための複数の候補値を決定するステップと、制御フィールドの、第 1 の部分の単一の候補値を、第 2 の部分の各候補値と組み合わせるステップとを含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 7】

第 1 の相関が、受信されたプロトコルデータユニットの制御フィールドの第 2 の部分の制御データと、制御フィールドの第 2 の部分のそれぞれの候補値との間で計算される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

候補値を決定するステップが、層内冗長性(16)を使用する、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 9】

受信されたプロトコルデータユニットが、第 1 のプロトコル層(L)に対応し、受信されたプロトコルデータユニットにおいては、サービスフィールドが、カプセル化によって、第 2 のプロトコル層(L+1)に対応するプロトコルデータユニットを伝送するように働き、候補値を決定するステップが、第 1 のプロトコル層と第 2 のプロトコル層との層間冗長性(17)を使用する、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

第 1 のプロトコル層におけるプロトコルデータユニット(40)の制御フィールドが、プロトコルデータユニットのサービスフィールドの長さを記憶するための第 1 のサブフィールド(49)と、プロトコルデータユニットのサービスデータの伝送速度を記憶するための第 2 のサブフィールド(47)とを含み、第 2 のプロトコル層におけるプロトコルデータユニット(50)が、次の第 2 のプロトコル層のプロトコルデータユニットを伝送するための期間を記憶するための第 3 のサブフィールド(61)を含み、

40

それ以前に受信された第 2 のプロトコル層のプロトコルデータユニットにおける第 3 のサブフィールドの値に応じて、第 1 のプロトコル層における制御フィールドの第 1 のサブフィールドおよび/または第 2 のサブフィールドのための候補値を決定するステップ(66)を含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

プロトコルデータユニットを受信するステップが、一連のデータ(100)を受信するステップと、一連のデータにおいてあらかじめ定義されたプロトコルデータユニット識別

50

子を検出するステップとを含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

プロトコルデータユニットが、ワイヤレス伝送チャネル(65)から受信される、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

プロトコル層の仕様、層間冗長性、層内冗長性、およびプロトコルデータユニットが受信される通信のコンテキストを含むグループにおいて選択された少なくとも1つのソースから、プロトコルデータユニットに対する前記外部の情報を得るステップをさらに含む、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

プロトコル層に対応するプロトコルデータユニットにおける制御データを回復するためのデバイスであって、前記プロトコルデータユニットのフォーマットが、制御データのための少なくとも1つの制御フィールドと、前記制御データに関連付けられたエラー検出符号のための少なくとも1つのエラー検出フィールドと、サービスデータのための少なくとも1つのサービスフィールドとを含み、

プロトコルデータユニットを受信するための入力手段(1)と、

制御データの誤った状態を検出するために、プロトコルデータユニットのエラー検出符号を検査するためのエラー検出符号検査手段(2)と、

制御データのための有限の組の候補値を決定し、制御データのための候補値はプロトコルデータユニットに対して外部の情報に応じて決定され、前記外部の情報は制御データについての予備知識を含み、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を決定し、受信されたプロトコルデータユニットの制御データと、それぞれの候補値との第1の相関を決定し、受信されたプロトコルデータユニットのエラー検出符号と、それぞれの候補値に関連付けられたエラー検出符号値との第2の相関を決定し、前記第1の相関および前記第2の相関に応じて、その組の候補値の中で、制御データの訂正值を選択する、ように動作可能な制御データ訂正手段(6)とを含む、デバイス。

【請求項 15】

制御データの訂正值に応じて、サービスデータを処理するための処理手段(3)をさらに含む、請求項 14 に記載のデバイス。

【請求項 16】

処理手段(3)が、デバイスの出力(4)においてサービスデータを引き渡すように動作可能である、請求項 15 に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に、プロトコル、またはいくつかのプロトコル層のスタックに対応するプロトコルデータユニットを使用する、データ伝送、および伝送エラーの回復の分野に関する。

【背景技術】

【0002】

ほとんどのネットワーク通信プロセスは、層状にモデル化されている。この層による表現が、プロトコル群における層のスタックを指す、用語プロトコルスタックにつながる。通信プロセスを層に分割することにより、プロトコルスタックは、労力の分割、たとえばソフトウェアを介した実装のたやすさ、ソフトウェアの符号テストのしやすさ、および代替層の実装を発展させる能力を可能にする。層は、その上下の層と、簡潔なインターフェースを介して通信する。この点において、層は、その直上の層にサービスを提供し、直下の層によって提供されるサービス、たとえばトランスポートサービスを利用する。各層では、プロトコルが、層のサービスを提供するために必要な規則の組を参照する。

【0003】

10

20

30

40

50

通信ネットワークでは、所与のプロトコル層を実装するネットワークデバイスが、プロトコルデータユニット(PDU)の形式でデータを送受信する。PDUの符号化構文は、プロトコル層の属性である。PDUは、プロトコル層の制御データ、およびサービスデータを含む。サービスデータは、クライアントデータ、すなわち、プロトコル層のインターフェースから来るデータであり、このデータのために層のサービスが使用される。しばしば、サービスデータは、パイロードと呼ばれる。制御データは、プロトコル層によって提供されるサービスを特定し、制御するのに必要なデータである。通常、制御データは、PDUのヘッダに配置される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

10

【0004】

【非特許文献1】R. Bauer and J. Hagenauer, 「On Variable Length Codes for Iterative Source/Channel Decoding」, in Proceedings of DCC, 272-282頁, Snowbird, UT, 1998

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1の目的に従って、本発明の実施形態は、伝送エラーを回復するための方法を提供し、方法は以下のステップを含む：

20

プロトコル層に対応するプロトコルデータユニットを受信するステップであって、前記プロトコルデータユニットのフォーマットが、制御データのための少なくとも1つの制御フィールドと、前記制御データに関連付けられたエラー検出符号のための少なくとも1つのエラー検出フィールドと、サービスデータのための少なくとも1つのサービスフィールドとを含む、受信するステップ、

制御データの誤った状態を検出するために、プロトコルデータユニットのエラー検出符号を検査するステップ、

誤った状態が検出されたときに、制御データのための有限の組の候補値を決定し、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を決定するステップ、

受信されたプロトコルデータユニットの制御データと、それぞれの候補値との第1の相関、すなわち類似性を決定するステップ、

30

受信されたプロトコルデータユニットのエラー検出符号と、それぞれの候補値に関連付けられたエラー検出符号値との第2の相関、すなわち類似性を決定するステップ、ならびに

前記第1の相関および前記第2の相関の関数として、その組の候補値の中で、制御データのための訂正值を選択するステップ。

【0006】

特定の実施形態では、候補値を決定するステップが、制御フィールドの第1の部分のための単一の候補値を決定するステップと、制御フィールドの第2の部分のための複数の候補値を決定するステップと、制御フィールドの第1の部分の単一の候補値を、第2の部分の各候補値と組み合わせるステップとを含む。実施形態では、制御フィールドの第1の部分は、制御フィールドの1つまたは複数のサブフィールドを含む。そのようなサブフィールドは、知られているフィールド、または予測可能なフィールドと呼ばれることがある。実施形態では、制御フィールドの第2の部分は、制御フィールドの1つまたは複数のサブフィールドを含む。そのようなフィールドは、未知のフィールドと呼ばれることがある。

40

【0007】

第1の目的に従って、本発明の実施形態は、プロトコル層に対応するプロトコルデータユニットの制御データを回復するためのデバイスも提供し、前記プロトコルデータユニットのフォーマットが、制御データのための少なくとも1つの制御フィールドと、前記制御データに関連付けられたエラー検出符号のための少なくとも1つのエラー検出フィールド

50

と、サービスデータのための少なくとも1つのサービスフィールドとを含み、デバイスは以下を含む：

プロトコルデータユニットを受信するための入力手段、

制御データの誤った状態を検出するために、プロトコルデータユニットのエラー検出符号を検査するためのエラー検出符号検査手段、ならびに

制御データのための有限の組の候補値を決定し、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を決定し、受信されたプロトコルデータユニットの制御データと、それぞれの候補値との第1の相関を決定し、受信されたプロトコルデータユニットのエラー検出符号と、それぞれの候補値に関連付けられたエラー検出符号値との第2の相関を決定し、前記第1の相関および前記第2の相関の関数として、その組の候補値の中で、制御データの訂正值を選択する、ように動作可能な制御データ訂正手段。

10

【0008】

第2の目的に従って、本発明の実施形態は、伝送エラーを回復するための方法を提供し、方法は以下を含む：

パケットに含まれたデータのうちの少なくともいくつかに関連付けられたエラー検出符号を含むデータパケットを受信するステップであって、エラー検出符号に関連付けられたデータが、一次データおよび二次データを含む、受信するステップ、

関連付けられたデータの誤った状態を検出するために、受信されたパケットのエラー検出符号を検査するステップ、

誤った状態が検出されたときに、一次データのための有限の組の候補値を、その組の各候補値について決定するステップ；

20

受信されたパケットのエラー検出符号の関数として、候補値の周辺尤度を決定するステップ、

受信されたパケットの一次データと候補値との第1の相関を決定するステップ、ならびに

前記周辺尤度および前記第1の相関の関数として、その組の候補値の中で、一次データのための訂正值を選択するステップ。

【0009】

この方法は、一次データの中にエラーがある場合に、見つかったエラーを訂正するために使用されることができ、二次データの中にエラーがある場合に、見つかったエラーの訂正を必ずしも試みることなく、使用されることができる。実施形態では、一次データは、二次データに比べて、高い重要性、もしくは高い優先度、または高い信頼性制約を有するデータを含む。そのような方法は、PDUの処理に必要な制御データを回復するためのプロトコル層復号器において適用されることができ、一方で、サービスデータは二次データとして扱われる。

30

【0010】

ある実施形態では、候補値の周辺尤度を決定するステップが以下を含む：

二次データのための有限の組の潜在値を決定するステップ、

二次データの潜在値を、それぞれのエラー検出符号値に関連付けられたサブセットに分類するステップであって、サブセット内の二次データのすべての潜在値が、一次データの候補値と組み合わせられるときに、関連付けられたエラー検出符号値を生じるように選択される、分類するステップ、

40

サブセットごとに、受信されたパケットの二次データおよび受信されたパケットのエラー検出符号の関数として、サブセットに属する二次データの周辺尤度を決定するステップ、

すべての前記サブセットのための前記周辺尤度を累積することによって、候補値の前記周辺尤度を決定するステップ。

【0011】

ある実施形態では、サブセットに属する二次データの周辺尤度を決定するステップが以下を含む：

50

サブセットに関連付けられたエラー検出符号値と、受信されたパケットのエラー検出符号との第2の相関を決定するステップ、

サブセット内の二次データの潜在値と、受信されたパケットの二次データとの第3の相関を決定するステップ、ならびに

前記第2の相関および前記第3の相関の関数として、サブセットに属する二次データの周辺尤度を決定するステップ。

【0012】

有利な実施形態において、候補値の周辺尤度を決定するステップが以下を含む：

受信されたパケットのエラー検出符号を複数のブロックに分割するステップ、

受信されたパケットのエラー検出符号のブロックごとに、前記ブロックの関数として、候補値の部分的な周辺尤度を決定するステップ、および

エラー検出符号のすべてのブロックに関連付けられた部分的な周辺尤度の関数として、候補値の前記周辺尤度を決定するステップ。

10

【0013】

ある実施形態では、候補値の部分的な周辺尤度を決定するステップが以下を含む：

二次データのための有限の組の潜在値を決定するステップ、

二次データの潜在値を、エラー検出符号のブロックのそれぞれの値に関連付けられたサブセットに分類するステップであって、サブセット内の二次データのすべての潜在値が、一次データの候補値と組み合わせられるときに、関連付けられたブロック値を生じるように選択される、分類するステップ、

20

サブセットごとに、受信されたパケットの二次データおよび受信されたパケットのエラー検出符号のブロックの関数として、サブセットに属する二次データの部分的な周辺尤度を決定するステップ、ならびに

すべての前記サブセットのための前記部分的な周辺尤度を累積することによって、候補値の前記部分的な周辺尤度を決定するステップ。

【0014】

ある実施形態では、サブセットに属する二次データの部分的な周辺尤度を決定するステップが以下を含む：

サブセットに関連付けられたブロック値と、受信されたパケットのエラー検出符号のブロックとの第2の相関を決定するステップ、

30

サブセット内の二次データの潜在値と、受信されたパケットの二次データとの第3の相関を決定するステップ、ならびに

前記第2の相関および前記第3の相関の関数として、サブセットに属する二次データの部分的な周辺尤度を決定するステップ。

【0015】

ある実施形態では、二次データの潜在値を、それぞれのエラー検出符号値またはそれぞれのブロック値に関連付けられたサブセットに分類するステップが、二次データの潜在値のトレリス表現を構成するステップを含む。

【0016】

ある実施形態では、トレリス表現が、より低い深度値からより高い深度値へと構成され、トレリスの深度が、既に決定された二次データのいくつかのビットを表す。

40

【0017】

別の実施形態では、トレリス表現が、より高い深度値からより低い深度値へと構成され、トレリスの深度が、既に決定された二次データのいくつかのビットを表す。

【0018】

ある実施形態では、二次データ潜在値の同じ組が、一次データのすべての候補値のために使用される。したがって、この組は一度だけ決定されることができる。他の実施形態では、二次データ潜在値の異なる組が、一次データの異なる候補値のために使用されることができる。

【0019】

50

ある実施形態では、二次データのための有限の組の潜在値が、二次データのために確保されたパケットのフィールドのデータのビット1つ残らずについて、すべての可能性のある2進値の組合せを含む。

【0020】

ある実施形態では、パケットが、プロトコルデータユニットを含み、一次データが、プロトコルデータユニットの制御データを含み、二次データが、プロトコルデータユニットのサービスデータを含む。方法は、制御データの訂正值の関数として、受信されたプロトコルデータユニットのサービスデータを処理するステップを含むことができる。

【0021】

別の実施形態では、パケットが、スケーラブルなビデオコーデックによって符号化されたビデオデータを含み、一次データが、基層に対応するビデオデータを含み、二次データが、強化層に対応するビデオデータを含む。

【0022】

第2の目的に従って、本発明の実施形態は、伝送エラーを回復するためのデバイスを提供し、デバイスは以下を含む：

パケットに含まれたデータのうちの少なくともいくつかに関連付けられたエラー検出符号を含むデータパケットを受信するための入力手段であって、エラー検出符号に関連付けられたデータが、一次データおよび二次データを含む、入力手段、

関連付けられたデータの誤った状態を検出するために、受信されたパケットのエラー検出符号を検査するためのエラー検出符号検査手段、ならびに、

一次データのための有限の組の候補値を、その組の各候補値について決定し、受信されたパケットのエラー検出符号の関数として、候補値の周辺尤度を決定し、受信されたパケットの一次データと候補値との第1の相関、すなわち類似性を決定し、その組の候補値の中で、一次データのための訂正值を、前記周辺尤度および前記第1の相関の関数として選択する、ように動作可能な一次データ訂正手段。

【0023】

第3の目的に従って、本発明の実施形態は、ビデオデータを伝送するための方法を提供し、方法は以下のステップを含む：

基層に対応する第1のビットストリーム、および強化層に対応する第2のビットストリームを生成するために、スケーラブルなビデオコーデックにより一連のピクチャを符号化するステップ、

一連のデータパケットを生成するステップであって、各パケットが、第1のビットストリームに属する一次データと、第2のビットストリームに属する二次データと、一次データおよび二次データに関連付けられたエラー検出符号とを含む、生成するステップ、

たとえば、任意の適切な伝送プロトコルまたはプロトコルのスタックを使用して、通信チャネルを介して一連のデータパケットを伝送するステップ。

【0024】

従属請求項が、本発明の実施形態をさらに定義する。他の実施形態は、請求項の組合せによりもたらされる。

【0025】

本発明の実施形態は、PDUまたはパケットの選択された部分における伝送エラーを検出し、回復するためのエラー検出符号を使用する発想に基づいており、その一方で、PDUまたはパケットの他の部分に影響する潜在的なエラーは無視している。本発明の実施形態は、その妥当性にかかわらず、PDUのペイロードを引き渡すように動作可能な、透過的なプロトコル層復号器に適用されることができる。

【0026】

本発明のこれらの、および他の態様は、図面を参照して、例として以下に説明される実施形態を参照することにより、明らかとなり、解明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明の実施形態に従った、復号器モジュールの図表示である。

【図 2】図 1 の復号器モジュールによって実行されてよい、透過的なプロトコル層を動作するための方法の図表示である。

【図 3】図 2 の方法が使用されてよい、プロトコルスタックおよび対応するカプセル化スキームの実施形態を表す図である。

【図 4】図 3 のプロトコルスタックを使用することができる、通信ネットワークの図表示である。

【図 5】図 4 の通信ネットワークにおいて使用されてよい、本発明の実施形態に従ったデータ受信機を表す図である。

【図 6】標準 802.11 PHY プロトコル層に対応するパケットフォーマットを表す図である。

10

【図 7】標準 802.11 MAC プロトコル層に対応するパケットフォーマットを表す図である。

【図 8】図 4 の通信ネットワークにおいて使用されてよい、伝送方法を表す図である。

【図 9】本発明の実施形態に従った、透過的な PHY プロトコル層を動作するための方法の図表示である。

【図 10】本発明の実施形態に従った、PHY 層復号器のパフォーマンスを示すグラフである。

【図 11】本発明の実施形態に従った、MAC-Lite 層復号器のパフォーマンスを示すグラフである。

20

【図 12】トレリス線図である。

【図 13】トレリス線図である。

【図 14】MAC 層復号器の実施形態のパフォーマンスを示すグラフである。

【図 15】実施形態に従った、伝送システムの図表示である。

【図 16】図 15 の伝送システムにおいて使用されてよい、復号器モジュールの実施形態を示す図である。

【図 17】本発明の実施形態に従った、透過的な PHY プロトコル層と透過的な MAC プロトコル層とを組み合わせるための方法の図表示である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

30

図 1 は、あらかじめ定義されたプロトコルに対応するプロトコルデータユニットを復号するための復号器モジュール 10 の図表示である。復号器モジュール 10 は、受信機において使用されることが意図されており、この受信機は、想定しているプロトコル、または対応するプロトコルスタックに従って符号化されるデータを、送信機から通信チャネルを介して受信するものである。想定しているプロトコルにおいて、プロトコルデータユニットのフォーマットは、制御データのための少なくとも 1 つの制御フィールドと、前記制御データのすべてまたは一部に関連付けられたエラー検出符号のための少なくとも 1 つのエラー検出フィールドと、サービスデータのための少なくとも 1 つのサービスフィールドとを含む。ある実施形態では、PDU はパケットであり、制御フィールドはパケットのヘッダである。

40

【0029】

受信機において伝送エラーの検出を可能にするために、エラー検出符号は、対象とされるべきデータからの、すなわち制御フィールドのすべてまたは一部の内容からの、送信機において計算される任意のタイプの冗長情報であってよい。実施形態では、エラー検出符号は、チェックサム、もしくは周期的冗長検査 (Cyclic Redundancy Check / CRC)、または前方誤り訂正符号 (Forward Error Correction code / FEC) である。

【0030】

復号器モジュール 10 は、プロトコルデータユニットを受信するための入力モジュール 1 を含む。プロトコルデータユニットは、想定しているプロトコル層に応じて、多様なや

50

り方で得られてよい。ある実施形態では、たとえば、物理層復号器に対応して、入力モジュールが、(図示しない)検出モジュールからPDUを受信し、検出モジュールが、受信された一連のデータを走査して、PDUを検出する。PDUは、あらかじめ定義された一連のデータ、たとえば知られているプリアンブルを検出することによって認識されることができる。別の実施形態では、入力モジュールは、より下位のプロトコル層に対応する別の復号器モジュールからPDUを受信する。

【0031】

PDUを受信すると、入力モジュール1は、あらかじめ定義されたPDUのフォーマットに従って、制御フィールドおよびエラー検出フィールドを識別し、それらのフィールドの内容を、エラー検出符号検査モジュール2に渡し、エラー検出符号検査モジュール2は、受信されたPDUのエラー検出符号を使用して、対応する制御データの完全性を検査する。エラー検出符号検査が正常である、すなわち、伝送エラーがないことが明らかになると、プロトコルデータユニットの制御データは正しいと仮定される。次いでPDUは、PDUのプロトコルおよび制御データの機能に従ってPDUを処理する、処理モジュール3に渡される。

10

【0032】

処理モジュール3の機能は、プロトコル層によって実装されているサービスによって決まる。処理モジュール3の機能は、たとえば制御データに含まれるシーケンス番号の関数として、たとえばいくつかのPDUを再シーケンスすること、たとえば制御データに含まれる長さの関数として、サービスデータを区切り、カプセル化解除すること、いくつかのPDUのサービスデータをまとめる、または連結すること、PDUのサービスデータをセグメント化すること、たとえば制御データに含まれるプロトコル識別子の関数としてプロトコル逆多重化するために、サービスデータが出力されなければならない行き先を選択することを含むことができる。他のタイプのサービスが、当業者には明らかであるであろう。処理モジュール3によって実行される処理によって、PDUのサービスデータが、全部もしくは一部において、または場合によっては連結されたもしくはセグメント化された形式で、復号器モジュール10の出力4に送信される。ある実施形態では、たとえば受信されたデータがプロトコルスタックに対応する場合に、出力4は、PDUのサービスデータをより上位のプロトコル層復号器に引き渡し、処理モジュール3は、サービスデータを、このより上位のプロトコル層復号器に適合された形式にするように動作する。単一の出力が示されているが、復号器モジュール10は、たとえば異なるタイプのペイロードを出力するためのいくつかの出力を含むことができる。処理モジュールは、PDUの制御データの関数として、出力を選択することができる。

20

30

【0033】

ある実施形態では、以下で説明するように、処理モジュール3が、処理されているPDUの制御データの選択された部分、たとえば選択されたヘッダのサブフィールドを、キャッシングモジュール5に記憶して、このデータを、層内冗長性または層間冗長性技術において使用するために利用可能にする。

【0034】

エラー検出符号検査モジュール2によって実行されるエラー検出符号検査が正常ではない、すなわち、PDUの制御データの伝送エラーが明らかになると、PDUは、制御データを回復するよう試みる制御データ訂正モジュール6に渡される。制御データ訂正モジュール6は、誤った制御データのための有限の組の候補値を決定し、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を決定する。次いで、制御データ訂正モジュール6は、受信されたPDUのエラー検出符号を使用して、あらかじめ決定された候補値の中で最もよい候補を選択する。そうするために、制御データ訂正モジュール6は、一方で、受信されたプロトコルデータユニットの制御データおよびエラー検出符号を、他方で、それぞれの候補値および関連付けられたエラー検出符号値と比較し、比較結果、すなわち比較されたデータ間の相関の関数として、その組の候補値の中で、制御データのための訂正值を選択する。

40

50

【 0 0 3 5 】

制御データの訂正值が選択されると、制御データ訂正モジュール6は、訂正されたPDUを、処理モジュール3に送信する。処理モジュール3は上記のように動作し、しかもなお、そのケースにおけるプロトコルデータユニットの訂正された制御データの関数として動作する。

【 0 0 3 6 】

候補値の組は、制御フィールドのデータのビット1つ残らずについて、すべての可能性のある2進値の組合せの包括的なリストとして、簡単に構成されることができる。これは、大きさ 2^{**1} の程度を有する計算の複雑性を招くことになり、ここで、1はビット数における制御フィールドの長さを表し、「**」は「べき乗」を表す。

10

【 0 0 3 7 】

好ましい実施形態では、制御データ訂正モジュール6は、制御データについての予備知識、すなわち、検出されたプロトコルデータユニットに対して外部の情報に依拠して、より限定された組の候補値を構成する。制御フィールドに応じて、そのような予備知識は、異なるソース、たとえば、プロトコル層の仕様、層間冗長性もしくは層内冗長性、または一連のデータが受信される通信のコンテキストから得られることができる。

【 0 0 3 8 】

層内冗長性は、同じプロトコル層で伝送される情報のいくつかの識別された項目間の、一貫した、決定的な関係の存在を指し、たとえば、所与のPDUのいくつかのフィールド間の関係、および/または同じプロトコル層で連続的に伝送されるPDUのフィールド間の関係の存在を指す。層内冗長性は、以前のプロトコルデータユニットにおいて、特に、同じプロトコル層で、以前のPDUの制御フィールドにおいて、受信されたデータの関数として、受信されたプロトコルデータユニットの制御データのための候補値、または候補値の組を決定するのに役立つことができる。

20

【 0 0 3 9 】

層間冗長性は、異なるプロトコル層で伝送される情報のいくつかの識別された項目間の、一貫した、決定的な関係の存在を指し、たとえば、第1のプロトコル層でのPDUの1つまたは複数のフィールドと、第2のプロトコル層でのPDUの1つまたは複数のフィールドとの関係の存在を指す。層間冗長性は、プロトコルデータユニットにおいて、特に、異なるプロトコル層で、たとえばより上位またはより下位のプロトコル層で、PDUの制御フィールドにおいて受信されたデータの関数として、所与のプロトコル層で受信されたプロトコルデータユニットの制御データのための候補値、または候補値の組を決定するのに役立つことができる。層内冗長性技術を実装するために、制御データ訂正モジュール6は、キャッシングモジュール5からデータを取り出すことができる。層間冗長性技術を実装するために、制御データ訂正モジュール6は、矢印7および矢印8で示すように、より上位またはより下位のプロトコル層における同様のキャッシングモジュールからデータを取り出すことができる。

30

【 0 0 4 0 】

通信のコンテキストとは、送信機と受信機との間の通信セッション全体にわたって知られているパラメータを指す。そのようなパラメータは、送信機および受信機において固定して構成されるか、または通信チャネルの確立の早い段階において、たとえば、ワイヤレス端末と、ワイヤレス基地局またはアクセスポイントとの接続手続きにおいて、ネゴシエートされることができる。静的な、または動的なコンテキストパラメータが、やはりワイヤレス基地局またはアクセスポイントによって送信されるシグナリングメッセージにおいて伝送されてよい。ある実施形態では、制御データ訂正モジュール6は、そのようなパラメータが、たとえばコンフィギュレーションファイルに記憶されている場合に、受信機のメモリ9からデータを取り出すことができる。結果として、そのようなパラメータに対応するサブフィールドのための候補値は、メモリ9にアクセスすることによって、決定されることができる。

40

【 0 0 4 1 】

50

ある実施形態では、制御データ訂正モジュール6は、PDUの制御フィールドのための候補値の組をできる限り減少させるために、想定しているプロトコル層の仕様を統合する。たとえば、プロトコル層の仕様は、制御フィールドのサブフィールドに、あらかじめ定義された定数値を提供することができる。したがって、制御データ訂正モジュール6は、このサブフィールドがあらかじめ定義された値に設定される候補値のみを考慮する。別のサブフィールドに対し、プロトコル層の仕様は、可能な値の限定されたリストを提供することができる。したがって、制御データ訂正モジュール6は、このサブフィールドがこの限定されたリストにおいて選択された値に設定される候補値のみを考慮する。ここで、「限定された」とは、リストが、サブフィールドのデータのビット1つ残らずについてのすべての2進値の組合せよりも少ない値を含むことを意味する。

10

【0042】

ある実施形態では、制御データ訂正モジュール6は、層内冗長性に依拠して、比較的静的なパラメータ、すなわち受信された1つのPDUから次のPDUまで変化しそうなパラメータに対応する、制御フィールドのサブフィールドのための候補値を決定する。層内冗長性はまた、パラメータを含むサブフィールドのための候補値を決定するのに使用されることができ、このパラメータは、受信された1つのPDUから次のPDUへと、たとえば、それ以前に受信された値をインクリメントする、またはデクリメントすることによって、あらかじめ定義されたやり方で進化する。そのようなサブフィールドでは、制御データ訂正モジュール6は、それ以前に検出されたプロトコルデータユニットの前記サブフィールドに配置されている制御データの関数として、プロトコルデータユニットのサブ

20

【0043】

いくつかのケースでは、プロトコルスタックは、同じ、または異なるプロトコル層における複数のフィールドを含むことができ、この複数のフィールドは、類似した情報項目、またはあらかじめ定義された相関法によって相関した情報項目を含む。対応する実施形態では、制御データ訂正モジュール6は、そのようなあらかじめ定義された相関法を、層内冗長性または層間冗長性技術と組み合わせて使用して、PDUの制御フィールドのサブフィールドのための1つまたは複数の候補値を決定する。たとえば、第1のプロトコル層におけるPDUは、第2のプロトコル層のPDUをカプセル化する、すなわち、第2の層PDUをサービスフィールドに保持する。第1の層におけるPDUのフォーマットは、サー

30

【0044】

さらなる実施形態では、第1の層におけるサービスフィールドは、第2の層の1つのPDUを正確に保持するのに使用される。第1のサブフィールドと、第1の層において受信されるべき後続のPDUの第2のサブフィールドとの単純な関係が、こうして得られる。その関係を満たす候補値のみを保有することによって、制御データ訂正モジュール6は、その後続のPDUの制御データがエラーを有する場合に、その制御データを訂正するための考慮されるべき候補値の組を、大幅に減少させることができる。

40

【0045】

好ましい実施形態では、PDUのサービスデータは、制御データとは対照的に、伝送エラーについて復号器モジュール10によって検査されない。したがって復号器モジュール10は、PDUのペイロードを、正しいにせよ、損傷されているにせよ、出力することができる、いわゆる透過的なプロトコル層を実装する。受信されたPDUの誤った制御データの訂正を可能にすることにより、復号器モジュール10は、対応するプロトコル層にお

50

いて受信された P D U のより大きな部分を解釈し、処理することができ、したがって、サービスデータの量、たとえば、次のプロトコル層またはアプリケーション層に達するペイロードの数を増やす。好ましくは、復号器モジュール 10 は、プロトコルデータユニットのサービスデータを軟情報として受信し、それをその形式で処理し、それにより、サービスデータに対応する軟情報が、次のプロトコル層、またはアプリケーション層に出力される。ここで、軟情報は、ロジック「0」を示す「L」レベルと、ロジック「1」を示す「H」レベルとの間のいくつかのレベルを含む標本化信号を指す。対照的に、硬情報は、ロジック「0」およびロジック「1」に関して単に定量化された、標本化信号を指す。サービスデータの軟情報を次の層に渡すことにより、次の層において、効率的な復号化技術、またはエラー訂正技術を使用することが可能になる。ある実施形態では、軟情報の形式のアプリケーションデータが、受信機の 1 つまたは複数の透過的なプロトコル層を通して、多くのエラーが訂正されるのを可能にする情報源・通信路結合復号化技術を実装するアプリケーション層に渡される。さまざまなロバストな情報源・通信路結合復号器、たとえば、R. Bauer and J. Hagenauer, 「On Variable Length Codes for Iterative Source/Channel Decoding」、in Proceedings of DCC, 272 - 282 頁、Snowbird, UT, 1998 が、本技術分野において知られている。

10

【0046】

好ましい実施形態では、復号器モジュール 10 は、一部または全部の P D U を軟情報の形式で受信し、制御データ訂正モジュール 6 は、制御データの軟情報を使用して、最もマッチする候補値を選択する。その実施形態では、制御データ訂正モジュール 6 は、軟情報として提供された受信されたプロトコルデータユニットの、制御データとエラー検出符号とによる相関を計算する。計算において軟情報を使用することにより、選択ステップの精度が向上する。

20

【0047】

変更実施形態では、エラー検出符号検査モジュールが省かれてよく、それにより、制御データ訂正モジュール 6 が、入力モジュール 1 からすべての P D U を受信し、それらを同様に処理する。

【0048】

拡張された透過的な層メカニズム

図 2 は、透過的なプロトコル層 L を通して、プロトコル層 L - 1 からプロトコル層 L + 1 へと、軟情報を送信するための方法の図表示である。図 1 に示されたような復号器モジュールは、透過的なプロトコル層 L での処理を実装することができる。

30

【0049】

図 2 の方法では、プロトコル層 L が、層 L 1 1 の P D U を含む一連の軟情報 100 を受信する。たとえば、一連の軟情報 100 は、層 L - 1 の 1 つまたは複数の P D U のペイロードをカプセル化解除することによって軟情報 100 を得た、より下位のプロトコル層 L - 1 によって提供される。この実施形態では、P D U 1 1 の制御フィールドはヘッダ 12 であり、エラー検出符号フィールドは、ヘッダに関連付けられた CRC またはチェックサムを含むトレイラ 13 である。図 2 では、「n」は、現在処理されている P D U を指すインデックスであり、一方で「n - 1」は、それ以前に処理された P D U を指す。ヘッダ 12 およびトレイラ 13 は、受信されたヘッダが誤っているかどうかを検出するために、硬情報に変換されて CRC 検査を実行する。誤っていなければ、P D U は、ヘッダ 12 に含まれる情報の関数として処理される。結果として、P D U のペイロード 14 は、カプセル化解除され、軟情報として、その目的の行き先、すなわちプロトコル層 L + 1 へと渡される。

40

【0050】

CRC 検査がエラーを明らかにすると、ヘッダ回復ステップ 15 が実行される。ヘッダ回復ステップは、2 つの主な原理を含む。第 1 に、層内冗長性および / または層間冗長性が使用されて、ヘッダのための候補値についてのいくつかの先験的情報が構築される。矢

50

印16および17は、冗長性のさまざまなソースを表し、これは層Lにおけるヘッダ回復を容易にするために使用されることができる。第2に、PDU11のCRCまたはチェックサムが、エラー訂正符号として使用されて、最もマッチする訂正值を選択する。したがって、ヘッダ回復ステップは、より下位のプロトコル層によって提供された軟情報、CRCまたはチェックサムのプロバティ、ならびにそれ以前に導入された先験的情報を組み合わせる。ヘッダ12は、復号化の後に取り除かれるが、その情報フィールドは、さらなる処理のために、ペイロード14を層L+1に引き渡すのに必要である。示された実施形態では、ペイロード14は、層L+1のPDU18を含む。

【0051】

ロバストなヘッダ回復のためのMAP推定器

次に、PDUの一般的なモデル、たとえばパケットと、その対応するヘッダ回復方法を説明する。このモデルにより、当業者は、任意の所与のプロトコルを用いて図2の方法を実装することができる。

【0052】

所与の層Lにおいて、着信パケットは、1つまたは複数の制御フィールド、たとえば、ヘッダ、1つまたは複数のサービスフィールド、たとえばペイロード、およびエラー検出フィールド、たとえばCRCを含む。lcビットのCRCcによって保護される情報は、4つの部分に分割されることができる。lkビットのベクトルkで表される定数フィールドは、たとえばプロトコル仕様の定数値として知られていると仮定される。予測可能なフィールドは、lpビットのベクトルpに埋め込まれている。知られているフィールドとは対照的に、予測可能なフィールドは、Rで表される層内冗長性および層間冗長性を利用することによって、推定される。それらは、それ以前に受信されたパケットに含まれた情報を使用することによって予測される。予測可能なフィールドは、前のパケットが正しく受信されている場合に、完全に決定されると仮定される。重要な知られていないフィールドは、luビットのベクトルuに収集される。これらのパラメータは、完全に知られていないか、またはその内容が値k、p、およびRの関数であってよい値 $u(k, p, R)$ の有限の組に限られているか、のいずれかである。最後に、loビットのベクトルoが、CRCによって対象とされる他のフィールドがある場合に、それを含む。この最後の部分は、層Lでパケットを処理するためには必要とされないが、層L+1において重要であることがある知られていないデータを含む。

【0053】

これらのすべてのフィールドは、 $lr = lk + lp + lu + lo$ ビットのベクトル $r = [k, p, u, o]$ に収集される。ベクトルrのビットの順序は、パケットにおいてデータが伝送される順序には対応しないことがある。

【0054】

rに関連付けられたCRCcは、 $c = F(r)$ として評価され、ここで、Fは、一般的な符号化関数である。より正確には、cの評価は、CRCを特徴づける生成多項式によって決まる：

【数1】

$$g(x) = \sum_{i=0}^{l_c} g_i x^i$$

【0055】

組織的な生成行列 $G = [\quad , \quad]$ は、 $g(x)$ に関連付けられることができる。Gを使用して、以下のようにcが繰り返し得られてよい：

10

20

30

40

【数2】

$$\begin{cases} c^0 = 0, \\ c^{j+1} = \mathcal{F}(r^{j+1}) = c^j \oplus (r_{j+1} \cdot \pi(j+1)). \end{cases} \quad \text{式 (1)}$$

ここで、「j」は、繰り返しの数を示すインデックスである。

【0056】

式(1)において、 $r^j = [r_1 \cdots r_j, 0 \cdots 0]$ であり、

【数3】

$$\oplus$$

は、XOR演算子である。(j)は、ビット r_j に関連したパリティベクトルを表し、必ずしもj番目の線に対応しない。1rの繰り返しの後、

【数4】

$$c^{lr} = F(r)$$

【0057】

加えて、データは、ゼロ平均および分散 σ^2 の雑音を導入する平均白色ガウス雑音チャンネル上で伝送されていると考える。雑音の多いデータ、および層L-1から着信するCRCは、以下のように表され、

$$y = [y_k, y_p, y_u, y_o, y_c], \quad \text{式 (2)}$$

これはk、p、u、o、およびcの観測値を含む。kおよびpは知られている、または予測されることができると、uのみがまだ推定されないままである。最大事後確率推定器(MAP推定器)が、観測値y、kおよびpの知識、冗長性R、ならびにuを推定するのに有効なCRCプロパティを考慮に入れて展開される：

【数5】

$$\hat{u}_{\text{MAP}} = \arg \max_{\mathbf{u}} P(\mathbf{u} | k, p, R, y_u, y_o, y_c) \quad \text{式 (3)}$$

【0058】

ここで、記号 $P(\cdot | \cdot)$ は、条件付き確率を表す。何回かの微分の後、以下を得る：

【数6】

$$\hat{u}_{\text{MAP}} = \arg \max_{\mathbf{u}} P(\mathbf{u}, y_u, y_o, y_c | k, p, R). \quad \text{式 (4)}$$

【0059】

チャンネルは、メモリレスである。oがRから独立していると仮定すると、以下を書くことができる：

$$P(u, o, y_u, y_o, y_c | k, p, R) = P(u | k, p, R) P(y_u | u) P(o, y_o, y_c | k, p, u). \quad \text{式 (5)}$$

式(5)において、 $P(u | k, p, R)$ は、uおよび

【数7】

$$P(y_u | u) \sim \mathcal{N}(u, \sigma^2 I_{l_u})$$

の先験確率を表し、ここで、 $\mathcal{N}(\cdot, \cdot)$ は、平均値である第1の引き数と、分散である第2の引き数とを有するガウス法を表す。

【0060】

uの可能な値、すなわち候補値として保有されている値が、

$$u = u(k, p, R) \text{ に集められる。}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

u の組合せが、同様に確実らしいと仮定すると、以下を得る。

【数 8】

$$P(\mathbf{u}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, R) = P(\mathbf{u}|\Omega_{\mathbf{u}}) = \frac{1}{\text{card}(\Omega_{\mathbf{u}})}$$

【 0 0 6 2 】

式 (5) を、o の 2 * * 1 o 組合せについて周辺化すると、以下を得る：

【数 9】

$$\begin{aligned} P(\mathbf{u}, \mathbf{y}_{\mathbf{u}}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, R) \\ = P(\mathbf{u}|\Omega_{\mathbf{u}})P(\mathbf{y}_{\mathbf{u}}|\mathbf{u}) \sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}) \end{aligned} \quad \text{式 (6)}$$

10

【 0 0 6 3 】

CRC のプロパティは、以下に含まれる：

【数 10】

$$\sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u})$$

20

【 0 0 6 4 】

最後に、式 (6) を式 (3) に組み合わせると、MAP 推定器は、以下のように表される：

【数 11】

$$\hat{\mathbf{u}}_{\text{MAP}} = \arg \max_{\mathbf{u} \in \Omega_{\mathbf{u}}} P(\mathbf{y}_{\mathbf{u}}|\mathbf{u}) \Psi(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}) \quad \text{式 (7)}$$

ここで、

【数 12】

$$\Psi(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}) = \sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u})$$

30

は、ベクトル [k , p , u] の周辺尤度を、エラー検出符号 y_c の観測値、および他のデータ y_o の関数として表す。

【 0 0 6 5 】

上記のフィールドのカテゴリ化は、ほとんどの伝送プロトコルを包含するよう意図されている。いくつかのフィールドカテゴリは、想定している特定のプロトコルには適用されない場合がある。言い換えれば、特定の例において、フィールドカテゴリのうちのいくつかは空としてみなされ、たとえば、それらは知られているフィールド k、予測可能なフィールド p、および / または他のフィールド o である。

40

【 0 0 6 6 】

MAP 推定器の第 1 の実施形態

好ましい実施形態では、CRC は、層 L における制御データ、すなわちヘッダのみを対象とする。したがって、o は空であり、式 (6) における和は、以下になる：

【数 13】

$$\sum_{\mathbf{o}=\emptyset} P(\mathbf{o}, \mathbf{y}_{\mathbf{o}}, \mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}) = P(\mathbf{y}_{\mathbf{c}}|\mathcal{F}([\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}])).$$

【 0 0 6 7 】

このケースでは、式 (7) は、

50

【数 1 4】

$$\hat{\mathbf{u}}_{\text{MAP}} = \arg \max_{\mathbf{u} \in \Omega_{\mathbf{u}}} P(\mathbf{y}_{\mathbf{u}} | \mathbf{u}) P(\mathbf{y}_{\mathbf{c}} | \mathcal{F}([\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}])) \quad \text{式 (8)}$$

に、簡約する。

【0068】

式(8)において、 $[\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}]$ ベクトルは、誤った制御データのための候補値の組を表し、 $\mathcal{F}([\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}])$ ベクトルは、その組の候補値に関連付けられたエラー検出符号値を表し、それらは、式(1)によって、たとえば基本的なCRC計算により、直接評価されることができる。ベクトル \mathbf{o} のすべての可能な値の和は、そのケースでは必要とされないので、計算の複雑性は式(7)に比べて大幅に減少される。一方で、ベクトル \mathbf{k} および \mathbf{p} は、所与のPDUについて固定された、ヘッダの1つまたは複数のフィールドを指し、 \mathbf{u} は、複数の値、すなわち有限の組 $\Omega_{\mathbf{u}}$ において選択された任意の値を取ることができる1つまたは複数のフィールドを指す。式(7)における条件付き確率は、対応する相関関数、すなわち、1つ目として知られていないフィールドの観測値と知られていないフィールドのためのそれぞれの候補値との相関、およびPDUのエラー検出符号フィールドの観測値と制御データのためのそれぞれの候補値に関連付けられたエラー検出符号値との相関の、対応する相関関数を計算することによって評価されることができる。

10

【0069】

20

そのような相関は、硬判定データ間のユークリッド距離として計算されることができる。観測値 \mathbf{y} が軟データとして提供されるとき、柔軟なチャンネル復号器が使用されて、ビットの各可能な状態についての尤度パラメータ、すなわち、「1」であるビットについての尤度パラメータ、および「0」であるビットについての尤度パラメータを決定することができる。次いで、候補値の硬データと観測値の軟データとの間の相関が、重み付きユークリッド距離として計算されることができ、ここで尤度パラメータは、重み係数として使用される。

【0070】

一般に、式(8)を解くことにより、その組の候補値の中で、制御データのための単一の訂正值を選択することが可能になる。実施形態では、エラー検出符号にのみ影響する伝送エラーがまた、この方法によって訂正されることができる。

30

【0071】

式(8)において、知られているフィールドおよび予測可能なフィールドは、第1の条件付き確率において考慮に入れられない。しかし、それらは変更実施形態では考慮に入れられることができる。これらのフィールドは単一値であることから、いずれにせよ、制御データのためのそれぞれの候補値を区別するのには貢献しない。

【0072】

先で触れたように、所与の層、すなわち層内関係における、あるいは、異なる層、すなわち層間関係における、フィールド間の決定的な関係法が、 \mathbf{u} 組のサイズを縮小するのを可能にすることから、誤ったヘッダの回復を容易にする。

40

【0073】

802.11標準への適用

次にIEEE 802.11(WiFi)ネットワークの実施形態が説明される。ここでは、ヘッダ回復方法が、PHY層において、および/またはMAC層において実装される。

【0074】

図3は、802.11標準(WiFi)と組み合わせて、マルチメディアパケットの伝送に使用されることができる、RTP/UDP/IPプロトコルスタックの例を図示する。「H」は、それぞれのPDUのヘッダを表し、APLは、アプリケーション層を指す。PHY層では、CRCがヘッダフィールドを保護する。MAC層では、CRCはヘッダお

50

よびペイロードを保護する。I P v 4 層では、ヘッダフィールドはチェックサムによって保護される。U D P 層では、チェックサムがヘッダおよびペイロードを保護する。

【 0 0 7 5 】

8 0 2 . 1 1 標準は、他のプロトコルとも組み合わせることができる。図 3 のプロトコルスタックは、限定ではない。図 3 の各プロトコル層に描かれているセグメント化、およびカプセル化のメカニズムは、全くの例示であり、限定ではない。

【 0 0 7 6 】

図 4 は、図 3 のプロトコルスタックが使用されることができ、ネットワークアーキテクチャの実施形態を表す。この実施形態では、アクセスポイント A P と端末 T 1 との間、8 0 2 . 1 1 無線インターフェースを介するダウンリンクマルチメディア伝送を考える。マルチメディアストリーム 2 5 は、メディアサーバ 2 0 から、たとえばワイドエリアネットワーク 2 1 およびルータ R 1 を介して届く。

【 0 0 7 7 】

図 5 は、端末 T 1 に含まれて、メディアストリームを受信し、復号化する、受信機デバイス 3 0 の図表示である。受信機デバイス 3 0 は、無線フロントエンド 3 1 と、それぞれのプロトコル層に対応する一連の復号器モジュール 3 2 から 3 7 とを含む。無線フロントエンド 3 1 は、受信された無線信号を復調し、ベースバンド信号を好ましくは軟情報の形式で、P H Y 復号器モジュール 3 2 へと渡す。

【 0 0 7 8 】

図 6 および図 7 を参照すると、ここで、P H Y 層および M A C 層の仕様が簡潔に想起される。

【 0 0 7 9 】

D S S S P H Y 層の説明

P H Y 層では、8 0 2 . 1 1 標準は、周波数ホッピングスペクトラム拡散 (F H S S) 、または直接シーケンススペクトラム拡散 (D S S S) のいずれかを使用して、2 . 4 G H z バンドで、1 または 2 M b p s の伝送速度を実現する。D S S S では、1 M b p s のビットストリームを流すのに、1 1 チップのバーカー符号系列が使用される。したがって符号化された流れは、1 1 M H z ベースバンド信号を表す。差動 B P S K (D B P S K) 変調、または差動 Q P S K (D Q P S K) 変調が適用されて、それぞれ 1 M b p s または 2 M b p s のビットレートを実現する。

【 0 0 8 0 】

D S S S P H Y パケットフォーマット 4 0 が、図 6 に図示されている。プリアンブル 4 1 およびヘッダ 4 2 は、1 M b p s の D B P S K 変調を使用して伝送され、一方、ペイロード 4 3 は、1 M b p s の D B P S K、または 2 M b p s の D Q P S K のいずれかで変調される。そのような P H Y パケットでは、S Y N C フィールド 4 4 および S F D フィールド 4 5 が、1 4 4 の知られているビットからなり、これらは C R C によって保護されていない。これらのフィールドは、チャネルによって導入される雑音の分散を推定するのに使用されることができる。

【 0 0 8 1 】

2 バイトの C C I T T C R C - 1 6 フィールド 4 6 が、信号フィールド 4 7、サービスフィールド 4 8、および長さフィールド 4 9 を保護する。上記の一般的なモデルの記号を使用すると、フィールド 4 6 は、 $c^{P H Y}$ で表されることになり、その関連付けられた符号化関数は、 $F^{P H Y}$ で表される。この例において、1 つのみの M A C パケットを含むと仮定されるペイロード 4 3 は、この層では保護されていない。サービスフィールド 4 8 は、将来の勧告のために確保される。サービスフィールド 4 8 は、一般的なモデルの記号に従うと、 $0 0_{16}$ に設定されて、 $k^{P H Y}$ に含まれる。信号フィールド 4 7 の値は、ペイロード変調を示し、1 M b p s または 2 M b p s ビットレートについて、それぞれわずか $0 A_{16}$ または $1 4_{16}$ に等しくてよい。長さフィールド 4 9 の値は、ペイロード 4 3 を伝送するのに必要なマイクロ秒数を、2 バイトで示す。値は、ビットレート、およびペイロードサイズの両方によって決まる。それは、1 6 から $(2 * * 1 6 - 1)$ に及ぶ。上

10

20

30

40

50

記の一般的なモデルの記号を使用すると、信号 47 および長さ 49 は、このようにベクトル u^{PHY} を形成する。この層では、ベクトル p^{PHY} および o^{PHY} は、空である。

【0082】

MAC 層の説明

MAC パケットフォーマット 50 が、図 7 に描かれている。このパケットでは、 c^{MAC} で表される 4 バイトの CRC フィールド 51 が、ヘッダフィールド 52 およびペイロード 53 の両方を保護する。その符号化関数は、 F^{MAC} で表される。

【0083】

特定の通信コンテキスト、たとえば、再伝送および節電モードが非アクティブにされた、順序付けされた MAC データパケットの非暗号化ダウンリンク伝送を考えると、2 バイトのフレーム制御フィールド 54 のすべてのサブフィールドは、より動的に変化することになる More Frag フラグ 55 を除いて、知られているか、容易に予測されるかのいずれかである。6 バイトのアドレスフィールド 56 は、端末 T1 の MAC アドレスを含み、したがって知られている。MAC ヘッダの最後のフィールド 57 は、ローカルワイヤレスネットワークのために確保される。最後のフィールド 57 は、使用されないとき、ゼロの 6 バイトから構成される。一般的なモデルの記号を使用すると、既に触れたすべてのフィールドが、このように k^{MAC} または p^{MAC} に埋め込まれることができる。

【0084】

6 バイトのアドレスフィールド 58 は、アクセスポイント AP の MAC アドレスを含む。このアドレスが、媒体予約手続き (RTS - CTS) の間に端末 T1 に伝送され、したがって、全通信セッションの間中、受信機によって知られてい続けることになる。6 バイトのアドレスフィールド 59 は、ルータ R1 の MAC アドレスに対応する。アクセスポイント AP が単一のルータに接続される場合、アクセスポイント AP が 1 つの情報パケットにおいてルータアドレスをそれまでに受信しているとすぐに、アドレスフィールド 59 は、後続のパケットのために、受信機によって容易に予測されることができる。

【0085】

2 バイトのシーケンス制御フィールド 60 は、2 つのパラメータを含む：シーケンス番号、およびフラグメント番号。シーケンス番号は、現在の IP パケットカウンタの値を表す。フラグメント番号は、現在の MAC パケットカウンタの値を示す。パケットが順番に伝送されると仮定すると、これらのパラメータは容易に決定されることができる：シーケンス番号は、RTS - CTS ごとに 1 つずつインクリメントされ、フラグメント番号は、受信された MAC パケットごとに 1 つずつインクリメントされる。したがって、受信機は、それ以前に受信された値をインクリメントすることによって、シーケンス制御フィールド 60 を推定することができる。すべてのこれらの予測可能な単一値フィールドは、したがって、 p^{MAC} に属するものとして扱われてよい。

【0086】

More Frag フラグ 55 は、現在の MAC パケットが、IP パケットの一連のフラグメントのための最後の 1 つであることを特定する。2 バイトの期間フィールド 61 が、次の MAC パケット、およびいくつかの制御パラメータを伝送するのに必要なマイクロ秒数を示す。その値は、現在の変調、および次の MAC パケットのサイズによって決まる。これらの 2 つのフィールドは、一般的なモデルのベクトル u^{MAC} に埋め込まれる。最後に、ペイロードが、伝送されるべきデータを含み、そのサイズは 0 から 2312 バイトまでである。ペイロードは、 o^{MAC} で表される。

【0087】

ある実施形態では、いくつかのパケットロス、および/またはある程度のパケットの再配列を見込んでおくために、受信機は、最後に受信された値、たとえば -10 から +10 の間から限定された範囲内に含まれるすべての値を考慮することによって、シーケンス制御フィールド 60 のための限定された組の候補値を構築することができる。その場合、このフィールドは、 p^{MAC} の代わりに、ベクトル u^{MAC} において考慮されなければならない。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

ある実施形態では、いくつかのルータを見込んでおくために、受信機は、最も新しい、または最も頻度の高い値のリストにアクセスすることによって、アドレスフィールド 59 のための限定された組の候補値を構築することができる。その場合、このフィールドは、 p^{MAC} の代わりに、ベクトル u^{MAC} において考慮されなければならない。

【 0 0 8 9 】

層間の相関

802.11の、PHY層とMAC層との相関を説明するために、MAC層でのトランザクションについて次に説明する。図8は、2つのMACデータパケットが引き渡されなければならないときの、802.11MAC伝送プロトコルを図示する。伝送は、アクセスポイントAPと端末T1とのRTS-CTS交換にある媒体予約手続きによって開始される。次いでデータパケットが、それを確認応答(ACK)する端末T1に伝送される。RTS、CTS、およびACKなどの制御パケットは、端末T1によって正しく受信されると仮定される。データパケットにおけるエラーのみが考慮されることになる。10μ秒のShort Inter-Frame Space(SIFS)が、衝突を避けるために、各パケットを分離する。すべてのパケットが端末T1によって受信されると、伝送が終了し、50μ秒のDistributed Inter-Frame Space(DIFS)が、次の媒体予約手続きに先行する。期間フィールド61は各パケットに含まれており、その値は、次のパケットを伝送するのに必要なマイクロ秒数を示す。期間値によって、他の端末のためのNetwork Allocation Vector(NAV)を調節することができる。他の局は、NAV期間の間、干渉を避けるために、通信することができない。

【 0 0 9 0 】

次に、 D_n^{MAC} および B_n^{PHY} が、アクセスポイントAPによって伝送されたn番目のパケット(RTSまたはデータパケットのいずれか)に関連付けられた信号フィールド47において符号化された、期間フィールド61および伝送ビットレートの値を表す。802.11標準のMAC層仕様に従うと、 D_n^{MAC} は以下のように定義される：

【数15】

$$D_n^{MAC} = 3T_{SIFS} + 3T_{OVH} + 2\frac{l_{CA}}{B_n^{PHY}} + \frac{l_{x,n+1}^{PHY}}{B_n^{PHY}} \quad \text{式(12)}$$

ただし、IPパケットの一連のフラグメントの最後のパケット、すなわち、More Frag M_n^{MAC} の値 = 0 のときを除く。このケースは、以下を有する：

【数16】

$$D_n^{MAC} = T_{SIFS} + T_{OVH} + \frac{l_{CA}}{B_n^{PHY}} \quad \text{式(13)}$$

【 0 0 9 1 】

式(12)および(13)では、 T_{SIFS} が、SIFSの期間を表し、 T_{OVH} が、プリアンプルおよびヘッダから構成される一定サイズのPHYオーバーヘッドを1Mbpsで伝送するための期間を表す。式(12)の他の項は、現在のビットレート B_n^{PHY} によって決まる。CTSおよびACKは、これらのパケットのうちの1つを送信するための期間に対応する同じ一定サイズの l_{CA} および l_{CA}/B_n^{PHY} を有する。最後に、

【数17】

$$l_{x,n+1}^{PHY}/B_n^{PHY}$$

10

20

30

40

50

は、

【数 18】

$$\ell_{x,n+1}^{\text{PHY}}$$

ビットの、次のPHYペイロードの伝送期間を指す。

【0092】

PHYヘッダ回復

PHY層における所与のパケット「n」について、上で定義された、 k^{PHY}_n 、 u^{PHY}_n 、および c^{PHY}_n に関連付けられた観測値は、以下に収集される：

10

【数 19】

$$\mathbf{y}_n^{\text{PHY}} = [y_{k,n}^{\text{PHY}}, y_{u,n}^{\text{PHY}}, y_{c,n}^{\text{PHY}}]$$

【0093】

さらに、 $y_{x,n}^{\text{PHY}}$ は、ペイロードの $l_{x,n}^{\text{PHY}}$ ビットに関連した観測値を表す。 u^{PHY} が取ることができる値の数は、それ以前に受信されたMACパケット(RTSまたはデータパケットのいずれか)に含まれた期間フィールドを利用するとき、大幅に減少する。PHY層におけるそれ以前のパケットについての B_{n-1}^{PHY} 、およびMAC層におけるそれ以前のパケットについての D_{n-1}^{MAC} を使用して、 $l_{x,n}^{\text{PHY}}$ を式(12)から、以下のように推論することができる：

20

【数 20】

$$\ell_{x,n}^{\text{PHY}} = \left(D_{n-1}^{\text{MAC}} - 3T_{\text{SIFS}} - 3T_{\text{OVH}} - 2 \frac{\ell_{\text{C-A}}}{B_{n-1}^{\text{PHY}}} \right) B_{n-1}^{\text{PHY}} \quad \text{式 (14)}$$

【0094】

次いで、現在のPHYパケットnの長さフィールド49において符号化された期間 L_n^{PHY} が、以下を使用して計算されることができる：

【数 21】

30

$$L_n^{\text{PHY}} = \frac{\ell_{x,n}^{\text{PHY}}}{B_n^{\text{PHY}}} \quad \text{式 (15)}$$

【0095】

式(14)で、 $l_{x,n}^{\text{PHY}}$ は、PHY層およびMAC層における、それ以前のパケット「n-1」のヘッダの正しい推定を仮定して、完全に決定されている。次いで、式(15)に従うと、 L_n^{PHY} が、 B_n^{PHY} の値に応じて、2つの値のみを取ることができる。式(8)におけるこれらの構造的な相関を統合して、PHY層に固有のMAP推定器の定義を得る：

40

【数 22】

$$\hat{u}_n^{\text{PHY}} = \arg \max_{\mathbf{u}_n^{\text{PHY}} \in \Omega_{\mathbf{u}_n^{\text{PHY}}}^{\text{PHY}}} P(\mathbf{y}_{u,n}^{\text{PHY}} | \mathbf{u}_n^{\text{PHY}}) P(\mathbf{y}_{c,n}^{\text{PHY}} | \mathbf{c}_n^{\text{PHY}}) \quad \text{式 (16)}$$

ここで、

【数 23】

$$\mathbf{c}_n^{\text{PHY}} = \mathcal{F}^{\text{PHY}}([k_n^{\text{PHY}}, u_n^{\text{PHY}}])$$

【0096】

50

したがって、式(15)を満たす、信号47および長さ49フィールドの値のみが、 $P^{PHY}_{u,n}(k,p,R)$ に記憶され、ヘッダを訂正するために考慮に入れられる。

【0097】

上で説明された層内冗長性および層間冗長性は、図1の復号器モジュール10と同様に構成される拡張PHY層復号器モジュール32において利用されることができる。その実施形態では、制御データ訂正モジュール6が、式(15)を満たす長さフィールド49の値を決定するために、それ以前に受信されたパケットについての情報にアクセスする。たとえば、制御データ訂正モジュール6は、キャッシングモジュール5の中のパラメータ B^{PHY}_{n-1} が、処理モジュール3によってそれ以前に書かれている場合に、そのパラメータ B^{PHY}_{n-1} を読むことによって、式(14)により $l^{PHY}_{x,n}$ を計算する。同様に、パラメータ D^{MAC}_{n-1} が、たとえば、一時的なデータ記憶装置を介して、MAC復号器モジュール33から得られることができる。

10

【0098】

その実施形態では、制御データ訂正モジュール6が、プロトコル仕様、すなわち $0A_1$ および 14_16 によって許可された信号フィールド47の2つの値のみに対応する、パケット「n」のPHYヘッダ42のための、2つの候補値の組を構成する。結果として生じるフィールド46のためのCRC値がまた計算される。次いで、制御データ訂正モジュール6は、式(16)を評価して、観測値、すなわちヘッダフィールド42およびCRCフィールド46の受信された値に、最もマッチする候補値を選択する。これにより、多くのケースでは、正しいヘッダ値を回復することが可能になる。次いで、この実施形態の処理モジュール3が、長さフィールド49の回復された値を使用して、PHYパケット「n」のペイロードを正しく区切り、カプセル化解除する。

20

【0099】

上記の実施形態は、サービスフィールド48が、常に 00_16 に設定されていることを仮定している。しかしながら、プロトコルの特定の実装によってサービスフィールド48のためのいくつかの値が可能になる場合、対応するPHY層復号器モジュールは、同じ原理に基づいて実装されることができる。ヘッダ回復のための候補値の組を構成するために、サービスフィールド48のすべての可能な値が、したがって信号フィールド47の2つの可能な値と組み合わせて考慮に入れられる。

【0100】

図9は、受信機においてPHY層復号器モジュール32によって実行されてよい、PHY層のための復号化方法の実施形態を図示する。矢印62は、層間、および連続したパケット間の情報の交換を示す。ヘッダ回復ステップ66が、上記に従って実行される。

30

【0101】

さらに、 $y^{PHY}_{s,n}$ が、 $l^{PHY}_{s,n}$ ビットの知られているプリアンブル s^{PHY} の観測値を表す。上で説明したように、受信機同期が s^{PHY} と取られる。ある実施形態では、雑音電力 σ^2 が、 s^{PHY} および $y^{PHY}_{s,n}$ から推定される。この測定は、すべての尤度の評価を可能にするため、軟情報を扱うのに有益である。雑音電力推定器は、以下によって与えられる：

【0102】

【数24】

40

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{l^{PHY}_{s,n}} \|y^{PHY}_{s,n} - s^{PHY}\|^2 \quad \text{式(19)}$$

ここで、 $\|\cdot\|$ はユークリッド距離を表す。

【0103】

通常のCRC検査が正常である場合に、ヘッダ回復ステップ66を回避すると、計算の複雑性を最小限にすることができる。ある実施形態では、ヘッダ回復処理は、より下位の層によって提供される軟情報の質が低すぎるとき、すなわち、信号電力があらかじめ定義された閾値を下回るときに、非アクティブにされる。そのようなケースでは、パケットは

50

破棄される。

【0104】

図9では、MAC復号化ステップ63が、MACヘッダ回復方法を含んでも、含まなくてもよい。

【0105】

PHYシミュレーション結果

送信機AP、AWGNチャネル65、および受信機T1からなる、図4に示される伝送システム64は、数値的にシミュレートされている。APは、図6および図7で定義されたフォーマットに従って、PHYパケットおよびMACパケットを生成する。MACペイロードは、ランダムに生成された不定量のバイトからなる。送信機は、すべてのシミュレーションのためにDBPSKにおいてデータを変調する。3つのタイプのPHYヘッダ回復方法が、T1において考慮される。標準復号器は、チャンネル出力で、データについての硬判定を実行する。ロバスト復号器は、柔軟な復号化アルゴリズムを介して層内冗長性および層間冗長性のみを利用し、CRCによって提供された情報には留意しない。最後に、CRCロバスト復号器は、式(16)を使用する前節で提示されたヘッダ回復方法を介して、層内冗長性および層間冗長性を、CRCによって提供された情報と一緒に組み合わせる。

【0106】

信号対雑音比に対するEHR(Erroneous Header Rate/誤ったヘッダレート)に関しての性能解析が、図10に提示されている。図10では、標準、ロバスト、およびCRCロバストのPHY復号器が比較されている。ロバスト復号器は、標準復号器よりも性能に優れている。10⁻⁵未満のEHRが、ロバスト復号器では、4dBを上回るSNRに対して得られ、CRCロバスト復号器では、2dBを上回るSNRに対して得られる。標準復号器では、同等のEHRを得るのに少なくとも15dBのSNRが必要とされる。PHY層では、比較的低い追加的な複雑性に対して、かなりの符号化利得がこのように見られる。

【0107】

MAC-Liteヘッダ回復

図4の伝送システムの実施形態では、MAC層は、CRCフィールド51がMACパケットのヘッダフィールド52のみを保護するために変更される、変更パケットフォーマットによって実装される。この変更されたMACプロトコルは、インターネットエンジニアリングタスクフォースによるリクエストフォーコメント(Request For Comment)3828に記述されているUDP-Liteプロトコルになぞらえて、MAC-Liteと呼ばれることになる。このケースでは、ベクトル o^{MAC} が空であるため、MAC-Lite復号器モジュールは、MAP推定器を使用してヘッダ回復方法を実装することができ、それは以下のように定義される：

【数25】

$$\hat{u}_n^{MAC} = \arg \max_{u_n^{MAC} \in \Omega_{u,n}^{MAC}} P(y_{u,n}^{MAC} | u_n^{MAC}) P(y_{c,n}^{MAC} | c_n^{MAC}) \quad \text{式 (20)}$$

ここで、

【数26】

$$c_n^{MAC} = \mathcal{F}^{MAC} ([k_n^{MAC}, p_n^{MAC}, u_n^{MAC}])$$

【0108】

このようにMAC-Lite層において、ヘッダ回復方法が、上述されたPHY層と類似したステップを用いて使用されることができる。候補値を構成するために、MAC層の説明で定義された知られているフィールドおよび予測可能なフィールドが、それらのそれぞれの単一の予測値に設定される。この実施形態では、MAC-Lite復号器モジュールは、層内冗長性を使用して、それらの値を決定する。

【0109】

PHYパケットペイロード $y^{PHY}_{x,n}$ が、MAC層に入り、MAC層の説明で特定された k^{MAC}_n 、 p^{MAC}_n 、 u^{MAC}_n 、 o^{MAC}_n 、および c^{MAC}_n に関連付けられた観測値を含む。一般的なモデルにおいて定義された規則を使用して、以下を書くことができる：

【数27】

$$y_n^{MAC} = y_{r,n}^{PHY} = [y_{k,n}^{MAC}, y_{p,n}^{MAC}, y_{u,n}^{MAC}, y_{o,n}^{MAC}, y_{c,n}^{MAC}]$$

【0110】

u^{MAC}_n の可能な組合せの数は、式(12)および式(13)のプロパティを利用するとき、著しく減少させることができる。実際に、期間 D^{MAC}_n の値は、 $M^{MAC}_n = 0$ のとき、完全に決定されている。 $M^{MAC}_n = 1$ のとき、期間フィールド61の値は、次のPHYペイロードサイズによって決まる。組合せの数は、MACペイロードサイズの範囲の関数である。ペイロードがすべて揃ったバイトの数を含まないと考えると、式(12)における

【数28】

$$l_{r,n+1}^{PHY}$$

の可能な値は、以下によって与えられる：

【数29】

$$l_{r,n+1}^{PHY} = l_{HDR} + 8i \quad \text{式(17)}$$

ここで、 i は、1、2・・・2312である。

【0111】

式(17)で、 l_{HDR} は、MACデータパケットにおけるヘッダの知られているサイズを特定する。次いで、式(12)、(13)、および(17)を使用して、 u^{MAC}_n が、候補値 u^{MAC}_n の組に挿入される2313の組合せに限定される。

【0112】

標準、ロバスト、およびCRCロバストのMAC-Lite復号器が、図11で比較される。3つのタイプのMAC-Liteヘッダ回復方法が、T1において考慮される。標準復号器は、PHY層によって提供されたデータについての硬判定を実行する。ロバスト復号器は、柔軟な復号化アルゴリズムを介して層内冗長性のみを利用し、CRCによって提供された情報には留意しない。最後に、CRCロバスト復号器は、式(20)に基づいたヘッダ回復方法を介して、層内冗長性を、CRCによって提供された情報と一緒に組み合わせる。EHRは、CRC冗長性を利用するとき、3dBより大きいSNRに対して 10^{-5} より低く、一方で、他の2つの方法は少なくとも14dBを必要とする。

【0113】

PHY層およびMAC-Lite層において、上述されたそれぞれのロバスト復号器モジュールは、それぞれに独立して、または組み合わせて使用されることができる。組み合わせた実施形態では、図5の復号器モジュール32および33の両方が、次のプロトコル層に達するペイロードの数を増やす、対応するヘッダ回復方法を実行する。数値的なシミュレーションでは、提案された透過的なPHY層メカニズムと、MAC-Lite層メカニズムとの組合せが、最終的に、3dB SNRから先のすべてのPHYヘッダおよびMACヘッダを回復した。

【0114】

PHY層およびMAC層の復号器モジュールの上述された実施形態では、それぞれのヘッダフィールドの、知られているベクトル k 、予測可能なベクトル p 、および未知のベクトル u として定義されるモデルのカテゴリへの割当ては、全くの例示であり、限定ではない。これらの割当ては、通信コンテキストのいくつかの要素が先験的に固定されていると

10

20

30

40

50

いう仮定に基づく。他の使用ケースでは、より多くの、またはより少ない、先験的に知られているコンテキスト情報があつてよい。結果として、他の実施形態では、知られているとして、または予測可能として提示されるフィールドのうちのいくつかは、代わりに知られていないとして扱われることになる。より多くのフィールドが知られていないとして扱われる場合、ヘッダ回復プロセスの計算の複雑性が増すことがあるが、多くの例では、層内冗長性または層間冗長性の適切な使用によって、この複雑性を許容できるレベルに保つことが可能になるであろう。

【 0 1 1 5 】

MAP推定器の第2の実施形態

他のプロトコルでは、CRCは、層Lでの制御データだけでなく、サービスデータのうちのいくつか、またはすべてもまた対象とし、たとえば、正式802.11MAC層におけるペイロードを対象とする。一般的なモデルにおいて、この状況は、ベクトル \mathbf{o} が空でないことを含意する。そのようなケースにおいて、PDUの制御データ、たとえば、MACパケットヘッダを回復するのに好適なMAP推定器の実施形態を、次に説明する。

【 0 1 1 6 】

\mathbf{o} が空でないとき、 \mathbf{o} のビットは $i \cdot i \cdot d \cdot$ であり、他のパラメータには依存しないと仮定する。したがって、式(6)の2番目の項は、以下になる。

【数30】

$$\Psi(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, \mathbf{y}_o, \mathbf{y}_c) = \sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o}) P(\mathbf{y}_o | \mathbf{o}) P(\mathbf{y}_c | \mathcal{F}([\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, \mathbf{o}])) \quad \text{式 (9)}$$

【 0 1 1 7 】

式(9)において、 $P(\mathbf{o})$ は、ベクトル \mathbf{o} 、

【数31】

$$P(\mathbf{y}_o | \mathbf{o}) \approx N(\mathbf{o}, \sigma^2 \mathbf{I}_{l_o})$$

および

【数32】

$$P(\mathbf{y}_c | \mathbf{c}) \approx N(\mathbf{c}, \sigma^2 \mathbf{I}_{l_c})$$

の先験確率を定義し、ここで、 $N(\cdot, \cdot)$ は、平均値である第1の引き数と、分散である第2の引き数とを有するガウス法を表す。

【 0 1 1 8 】

式(9)を評価すると、ベクトル \mathbf{o} の $2^{*} * 1_o$ の組合せ、およびその対応するCRCに関連した確率の和の計算が必要になる。この評価は、明らかに、 1_o の指数的複雑性を有する。この節では、式(9)の複雑性を減少させるために、2つの方法が提案される。1つ目は、厳密計算を含み、2つ目は、近似解を提供する。

【 0 1 1 9 】

厳密和計算

この方法は、CRCの同一の値になる \mathbf{o} によって取られる値の組合せをグループ分けすることにあるトレリス構成を含む。トレリスは、セグメントによって相互連結された状態の集まりから構成される。トレリスにおいて深度を表し、 \mathbf{o} のビットに対応しているパラメータ $j = 0, 1 \cdot \cdot \cdot 1_o$ によりインデックスされた $1_o + 1$ 組に、状態がグループ分けされる。任意の深度 j では、 $2^{*} * 1_c$ 状態、すなわち、CRCの $2^{*} * 1_c$ 値が存在する。セグメントは、 $j = 0, 1 \cdot \cdot \cdot 1_o - 1$ の場合に、深度 j と $j + 1$ との間で状態を連結する。深度 j では、 $i = 0, 1 \cdot \cdot \cdot 2^{*} * 1_c - 1$ によってインデックスされた各状態が、値 $S_i(j)$ を取る。インデックス i は、CRC c_i の数値を特定する。したがって、ベクトル c_i は、 i の2進法表示を含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 0 】

式(9)を評価するためのステップが、以下に詳述される。トレリスは、深度0から始まり、深度 l_0 へと前方に進んで構築される。

【 0 1 2 1 】

ステップ1 - 深度 $j = 0$ では、すべての i について $S_i(0) = 0$ であり、ただし $i = u$ の場合は、 $S_u(0) = 1$ である。深度0で唯一の可能な状態が、 $c_u = F([k, p, u, 0])$ によって特定され、これはベクトル k 、 p 、および u が知られているとき、CRCの値を表す。

【 0 1 2 2 】

ステップ2 - $j = 1, 2, \dots, l_0$ の場合、各状態は、ベクトル o の j 番目のエントリに応じて、2つのそれ以前の状態に連結される： 10

【数33】

$$S_i(j) = P(o_j = 0)P(y_{o_j} | o_j = 0)S_i(j-1) \\ + P(o_j = 1)P(y_{o_j} | o_j = 1)S_q(j-1)$$

ここで、 $i = 0, 1, \dots, 2^{*}l_c - 1$ であり、 q は、

【数34】

$$c_q = c_i \oplus \pi(j) \quad 20$$

で表される整数である。

【 0 1 2 3 】

ステップ3 - l_0 の繰り返しの後、任意の $i = 0, 1, \dots, 2^{*}l_c - 1$ の場合、以下を得る：

【数35】

$$S_i(l_0) = \sum_{o | \mathcal{F}([k, p, u, o]) = c_i} P(o)P(y_o | o) \quad 30$$

$S_i(l_0)$ に $P(y_c | c_i)$ を掛けると、以下を得る：

【数36】

$$L_i = P(y_c | c_i) \sum_{o | \mathcal{F}([k, p, u, o]) = c_i} P(o)P(y_o | o)$$

ここで、 L_i は、同一のCRC c_i を与える o のすべての値によって決まる。

【 0 1 2 4 】

ステップ4 - L_i の値を合計すると、 $i = 0, 1, \dots, 2^{*}l_c - 1$ の場合、最終的に以下を得る： 40

【数37】

$$\sum_{i=0}^{2^{l_c}-1} L_i = \Psi(k, p, u, y_o, y_c)$$

【 0 1 2 5 】

例1：図12は、

【数 3 8】

$$\mathbf{\Pi} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

10

を用いて、組織的な二元ハミング(7, 4)符号のために得られることができるトレリスを表す。

この例では、 $[k, p, u] = [1]$ であり、 $l_0 = 3$ であると仮定される。

【0 1 2 6】

k、p、およびuの所与の値では、この技術によって、 $O(2^{*} * l_0)$ から $O(l_0 2^{*} * l_c)$ へと、式(9)の評価のための複雑性の減少が可能になる。それにもかかわらず、ステップ1での初期設定は、 $F([k, p, u])$ によって取られる値によって決まる。uにおけるすべてのuの値について、新たなトレリスが構成されなければならない。全体的な複雑性は、したがって、 $O(|u| l_0 2^{*} * l_c)$ であり、ここで $|u|$ は、uの基数を表す。

20

【0 1 2 7】

以下では、深度0でのすべての初期状態(CRCの $2^{*} * l_c$ の可能な値)について、同時に式(9)を評価する方法が提案される。この方法は、深度 l_0 から始まって、深度0へと後方に進むことによって、トレリスを構成することにある。和の評価のステップが、以下に提示される。

【0 1 2 8】

ステップ1 - 深度 $j = l_0$ では、任意の $i = 0, 1, \dots, 2^{*} * l_c - 1$ の場合、 $S_i(l_0) = P(y_c | c_i)$ である。

【0 1 2 9】

ステップ2 - $j = l_0 - 1, \dots, 1, 0$, の場合、

30

【数 3 9】

$$S_i(j) = P(o_{j+1} = 0)P(y_{o_{j+1}} | o_{j+1} = 0)S_i(j+1) \\ + P(o_{j+1} = 1)P(y_{o_{j+1}} | o_{j+1} = 1)S_q(j+1)$$

すべてのiについて、qは

【数 4 0】

$$c_q = c_i \oplus \pi(j+1)$$

40

の数値を表す。深度jでは、状態iは、したがって、深度j+1での状態iおよび状態qに連結される。

【0 1 3 0】

ステップ3 - l_0 の繰り返しの後、 $i = u$ の場合、 $c_u = F([k, p, u, 0])$ により、以下を得る：

【数 4 1】

$$\begin{aligned} S_u(0) &= \sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o})P(y_o|\mathbf{o})P(y_c|c_u \oplus \mathcal{F}(\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{o})) \\ &= \Psi(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, y_o, y_c), \end{aligned}$$

【0 1 3 1】

例 2：例 1 にあるものと同じ符号を使用して、図 1 3 に表されたトレリス（後方へ構成）を得る。この方法により、複雑性 $O(1 o 2 * * 1 c)$ を有する u によって取られるすべての値について、式 (9) の和を直接計算することができる。

10

【0 1 3 2】

近似和計算

ほとんどの CRC は、16 ビットよりも大きい。いくつかの例では、複雑性 $O(1 o 2 * * 1 c)$ は、上で提示した方法のリアルタイム実装を可能にするには、大きすぎることがある。近似計算は、CRC を、1 b の n_b ブロック = $1 c / n_b$ ビットに分割することにある。たとえば、長さ $1 c = 32$ を有する CRC は、長さ $1 b = 8$ を有する $n_b = 4$ ブロックに分割されることができる。以下では、これらの各ブロックが、統計的に他のブロックから独立していると仮定される。この分解を使用して、 y_c を以下のように書くことができる：

【数 4 2】

$$y_c = [y_{c_1}, y_{c_2} \cdots y_{c_{n_b}}]$$

20

独立仮定を使用すると、式 (9) における和は、

【数 4 3】

$$\Psi_m(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, y_o, y_{c_m}) = \sum_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o})P(y_o|\mathbf{o})P(y_{c_m}|\mathcal{F}_m([\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, \mathbf{o}])) \quad \text{式 (11)}$$

によって、以下になる：

30

【数 4 4】

$$\Psi(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, y_o, y_c) = \prod_{m=1}^{n_b} \Psi_m(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{u}, y_o, y_{c_m}) \quad \text{式 (10)}$$

ここで、 F_m は、 のコラム ($m - 1$) . $1 b + 1$ から m . $1 b$ に関連付けられた符号化関数であり、 $1 b$ ビットの部分 CRC を評価する。式 (11) の評価は、前節において説明された のものと類似する。唯一の違いは、トレリスのサイズにある： $2 * * 1 b$ 状態は、(CRC を分割することのない $2 * * 1 c$ 状態の代わりに) あらゆる深度で考慮されなければならない。式 (10) を評価するための合計の計算の複雑性は、ここで、 $O(n_b 1 o 2 * * (1 c / n_b))$ である。

40

【0 1 3 3】

M A P 推定器の第 2 の実施形態は、エラー検出符号によって対象とされる情報の選択された部分、すなわち、 u 、 k 、 p として識別される問題のフィールドにおける伝送エラーを回復することを可能にし、その一方で、エラー検出符号によって対象とされる情報の他の部分、すなわち、 o として識別される二次フィールドに影響する潜在的なエラーを無視している。このタイプの M A P 推定器が制御データのみにおけるエラーを回復するのに役立つ、透過的なプロトコル層復号器は、こうして実装されることができる。このタイプの実施形態は、標準 8 0 2 . 1 1 M A C 層に使用されることができる。図 1 に示される復号器モジュール 1 0 は、この実施形態を実施するように容易に構成されることができる。制

50

御データ訂正モジュール6の関数は、ヘッダのそれぞれの候補値の周辺尤度を決定することができるように変更される。

【0134】

MACヘッダ回復

802.11MAC層のプロパティを、式(7)に組み合わせると、以下のMACメトリックを得る：

【数45】

$$\hat{u}_n^{\text{MAC}} = \arg \max_{u_n^{\text{MAC}} \in \Omega_{u,n}^{\text{MAC}}} P(y_{u,n}^{\text{MAC}} | u_n^{\text{MAC}}) \cdot \Psi(k_n^{\text{MAC}}, p_n^{\text{MAC}}, u_n^{\text{MAC}}, y_{o,n}^{\text{MAC}}, y_{c,n}^{\text{MAC}}) \quad \text{式(18)}$$

10

ここで、第2項は、ヘッダのそれぞれの候補値の周辺尤度を表し、MAP推定器の第2の実施形態において提示された方法を用いて計算されることができる。

【0135】

式(18)に基づいてヘッダ回復方法を実行するロバストMAC復号器は、PHY層シミュレーションに類似した条件のもと、数値的にシミュレートされている。図14は、標準、ロバスト、およびCRCロバスのMAC復号器によって得られる符号化利得を比較する。2つのペイロードサイズ(50および100バイト)が検討されている。さらに、上で提示された近似和計算方法が使用されており、CRCをそれぞれ1バイトの4つのブロックに分割する。カーブの形は、PHY層で得られた結果に非常に類似しているが、著しく少ない符号化利得を有する。MAC-CRC情報による利得が、増加するSNRと共に向上する。100バイトのペイロードでは、 10^{-5} よりも低いEHRが、CRCロバストMAC復号器を使用した場合は11dBのSNRに対して実現され、ロバストMAC復号器の場合は14dBのSNRに対して、標準MAC復号器の場合は15dBのSNRに対して、それぞれ実現される。MACヘッダ回復処理は、式(9)において必要とされる周辺化操作のために、PHY層において行われたものよりも複雑である。ペイロードが大きくなるほど、復号化プロセスは複雑になる。ロバストMAC復号器と、CRCロバストMAC復号器との違いは、式(9)の最後の項、すなわち、CRC値の相関を考慮に入れることにある。図14によって、CRCロバストMAC復号器の有効性におけるこの特徴の貢献を理解することができる。

20

30

【0136】

図17は、802.11プロトコルスタックに適合された復号化方法の実施形態を図示する図9に類似した表示である。図17は、PHY層復号器モジュール32によって実行されることができる、式(16)を評価することに基づくPHYヘッダ回復のステップ85と、受信機においてMAC層復号器モジュール33によって実行されることができる、式(18)を評価することに基づくMACヘッダ回復のステップ86とを組み合わせる。この組み合わせられた実施形態により、参照番号87で示すように、たとえば軟判定データの形式において、より多くの数のMACペイロードが、上位層に渡されることができる。

40

【0137】

上述されたMAP推定器の第2の実施形態は、透過的なプロトコル層復号器、ならびに伝送エラーの選択的な回復が望まれる任意の他のアプリケーションに適用されることができる。

【0138】

ある実施形態では、MAP推定器の第2の実施形態が、スケーラブルなビデオコーデックを使用するエラー回復機能を持つビデオ伝送に適用される、エラー訂正方法の基部として働く。スケーラブルなビデオコーデックは、埋め込まれたサブセットに分割されることができるビットストリームを生成することが可能なコーデックとして定義される。これらのサブセットは、質の向上したビデオシーケンスを提供するために、独立して復号される

50

ことができる。したがって、単一の圧縮操作が、異なるレート、および対応する再構築された質のレベルを有するビットストリームを生成することができる。スケーラブルなビデオコーデックは、MPEG-2、MPEG-4、およびH.263などの、ほとんどのビデオ圧縮標準によってサポートされている。

【0139】

ビデオデータパーティショニングが、スケーラビリティを容易にするのに使用されてよい。たとえば、MPEG-2では、スライス層が、優先ブレイクポイントとして知られている、特定のビットストリームに含まれる最大数のブロック変換係数を示す。データパーティショニングは、64の量子化された変換係数のブロックを、2つのビットストリームに割る周波数領域技術である。第1に、より高い優先度のビットストリーム、たとえば基層が、よりクリティカルでより低い周波数係数と、サイド情報、たとえばゼロ周波数値および運動ベクトルとを含む。第2に、より低い優先度のビットストリーム、たとえば強化層が、より高い周波数ビデオデータを搬送する。

10

【0140】

図15に図示された実施形態では、オリジナルビットストリームのサブセットが、一次データとして伝送されて、強化層を提供するために二次データとして伝送される1つまたは複数の追加層を、基層の特性に提供することができる。したがって、エラー訂正方法は、たとえば、同じパケットにおいて複数の層をトランスポートしながら、強化層に対してよりも基層に対してより強力なエラー保護をする、不等エラー保護を適用するのを可能する。結果として、基層は、不利な伝送チャネル条件の間でさえも、より高い確率で正常に復号化されることができる。

20

【0141】

図15は、ビデオ、すなわち一連のピクチャを伝送するための伝送システム80の図表示である。システム80は、通信チャネル72、たとえばワイヤレスチャネルで、無線機デバイス71にビデオデータを伝送する送信機デバイス70を含む。ビデオは、スケーラブルなビデオコーデックにより符号化される。送信機デバイス70では、符号器モジュール73が、スケーラブルなビデオコーデック、たとえばMPEG-4により一連のピクチャを符号化して、基層に対応する第1のビットストリーム、および強化層に対応する少なくとも1つの第2のビットストリームを生成し、結果として生じたビットストリームの連続したセグメントを、伝送されるべきパケット74の中に置く。このようにして、符号化モジュール73は、一連のデータパケット74を生成する。図示された実施形態において、パケット74は、第1のビットストリームに属するデータのための一次フィールド75と、第2のビットストリームに属するデータのための二次フィールド76と、一次および二次フィールドに関連付けられたエラー検出符号(たとえばCRC)のためのエラー検出フィールド77とを含む。一連のデータパケット74は、任意の好適な伝送プロトコルまたはプロトコルスタック、および任意の好適なカプセル化技術を使用して、通信チャネル72を介して伝送される。したがって、送信機デバイス70では、符号化モジュール73は、図5には示していない、より下位のプロトコル層に対応するさらなる符号化モジュールに接続されてよい。

30

【0142】

受信機デバイス70では、復号化モジュール90が、たとえば、より下位のプロトコル層に対応する図示されないさらなる復号器モジュールから、連続したパケット74を受信する。復号器モジュール90は、フィールド77において受信されたCRCを、パケットに含まれた対応するデータと突き合わせて検査する。CRC検査が正常でない場合、復号器モジュール90は、選択的なエラー回復方法を実行して、一次フィールド75、すなわち基層に影響する伝送エラーを回復する。

40

【0143】

図16は、復号器モジュール90の実施形態の図表示である。復号器モジュール90は、データパケット74を受信するための入力モジュール91と、受信されたパケットのエラー検出符号を検査するためのエラー検出符号検査モジュール92とを含む。検査が正常

50

であった場合、モジュール 92 は、フィールド 77 を取り除いて、フィールド 75 および 76 のビデオデータを出力モジュール 93 に渡す。出力モジュール 93 は、第 1 および第 2 のビットストリームを復号化して一連のピクチャを再構築する好適なビデオ復号器、たとえば MPEG-4 に、ビデオデータを出力する。

【0144】

検査が正常でなかった場合、エラー検出符号検査モジュール 92 は、パケット 74 を、第 1 のビットストリームに属するデータの最も確実らしい正しい値を探すために、すなわち一次フィールド 75 を回復するために動作する選択的なエラー訂正モジュール 94 に渡す。選択的なエラー訂正モジュール 94 は、一次フィールド 75 のための有限の組の候補値、たとえば $2^{*}L$ 進値の包括的なリスト（ここで、 L はフィールド 75 の長さである）を決定するか、または先験的な知られている情報がそれらの 2 進値のうちのいくつかを除くことを許容する場合は、より限定された組を決定する。その組の各候補値について、選択的なエラー訂正モジュール 94 は、たとえば、式 (9) または式 (10) を評価することによって、受信されたパケット 74 のフィールド 76 および 77 において受信されたデータの関数として、候補値の周辺尤度を決定する。選択的なエラー訂正モジュール 94 はまた、相関、たとえば受信されたパケット 74 の一次フィールド 75 において受信されたデータと、候補値とのユークリッド距離も決定する。次いで、選択的なエラー訂正モジュール 94 は、それぞれの周辺尤度および相関値を使用して、観測値に最もマッチする一次フィールドのための候補値を選択する。次いで、選択的なエラー訂正モジュール 94 は、一次フィールド 75 の訂正值を出力モジュール 93 に渡し、それにより、少なくとも基層が復号化されることができ、二次フィールド 76 の受信された値が、伝送エラーがある場合にそれに影響しても、出力モジュール 93 に同様に渡されてよく、上述されたプロセスによって訂正されることはない。

【0145】

伝送システム 80 の変更実施形態では、パケット 74 は、フィールド 77 のエラー検出符号によってまた対象とされるヘッダフィールド 78 をさらに含む。たとえば、そのようなパケット 74 は、UDP または UDP-Lite プロトコル層で使用されることができ、次いで、選択的なエラー訂正モジュール 94 が、ヘッダフィールド 78 ならびに一次フィールド 75 に見られる伝送エラーを回復するように構成されることができ、それらのフィールドが独立していると仮定すると、そのケースにおいて考慮されるべき候補値は、ヘッダフィールド 78 の制御データのついての候補値と、一次フィールド 75 のビデオデータのための候補値との任意の組合せを含む。

【0146】

さらなる実施形態では、パケット 74 は、複数の一次フィールドと、複数の二次フィールドとを含んでよい。復号器モジュール 90 が一次データおよび二次データそれぞれを処理するためには、パケットフォーマットの対応するマップが復号器モジュール 90 に利用可能でなければならない。これは、任意の好適なやり方、たとえば、固定して構成される、または別のチャンネルを介して通信されるやり方で、復号機モジュールに利用可能にさせることができる。好ましくは、一次フィールド（複数を含む）は、二次フィールド（複数を含む）よりもパケットヘッダの近くに配置されるが、これは必須ではない。

【0147】

伝送エラーを回復するための説明された方法およびデバイスは、上記で触れられた以外の他の伝送プロトコル層、たとえば、DVB、WiMax、ならびに非標準プロトコル層に適用されることができ、伝送エラーを回復するための方法およびデバイスは、単一のプロトコル層において、またはプロトコルスタックのいくつかのプロトコル層において適用されることができ、

【0148】

伝送エラーを回復するための説明された方法およびデバイスは、任意のタイプのデータの伝送に適用されることができ、任意の下位層における PDU のペイロードが、大きな量のアプリケーションデータ、すなわちマルチメディアコンテンツ情報を含むことができ

10

20

30

40

50

ることから、特に、圧縮マルチメディアコンテンツの伝送への適用が企図される。伝送エラーがより起こりやすいことから、特に、ワイヤレスチャンネルを介する情報の伝送への適用が企図される。誤ったパケットを回復するための再伝送に依拠するのを困難にすることから、特に、ブロードキャスト伝送、たとえば衛星テレビジョンへの、または強い遅延制約を有する伝送、たとえば *visiophony* への適用が企図される。

【0149】

伝送エラーを回復するための説明された方法およびデバイスは、透過的なプロトコル層復号器に適用されることができ、特に、情報源・通信路結合復号化技術によってアプリケーション層で多くのエラーが訂正されることが可能になる、プロトコルスタックの1つまたは複数の、より下位の伝送プロトコル層のために適用されることができる。たとえば軟情報の形式で、アプリケーション層に達するパケットの量を増やすことによって、そのような透過的なプロトコル層復号器は、アプリケーション層における情報源・通信路復号化のパフォーマンスを向上させることができる。

10

【0150】

「モジュール」と呼ばれる任意の機能ブロックを含んだ図に示されるさまざまな要素の機能は、専用ハードウェアの使用、ならびに適切なソフトウェアと連携してソフトウェアを実行することができるハードウェアの使用を介して提供されることができる。プロセッサによって提供される場合、これらの機能は、単一の専用プロセッサによって提供されることも、もしくは単一の共有プロセッサによって提供されることも、またはそのうちのいくつかが共有されることができる複数の個別のプロセッサによって提供されることもできる。さらに、用語「プロセッサ」または「コントローラ」の明示的な使用は、ソフトウェアを実行することができるハードウェアを排他的に意味するものと解釈するべきではなく、この用語は、デジタル信号プロセッサ(DSP)ハードウェア、ネットワークプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、ソフトウェアを記憶するための読取り専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、および不揮発性記憶装置を暗黙的に含んでもよいが、それらには限定されない。他のハードウェア、従来のハードウェアおよび/または特注のハードウェアもまた含まれてよい。

20

【0151】

本発明は、説明された実施形態に限定されない。添付の特許請求の範囲は、ここで説明される基本的技術の範囲に公正に含まれる、当業者が思いつくことが可能な、すべての変更および代替構成を具体化するように解釈されるべきである。

30

【0152】

本明細書の特許請求の範囲では、特定の機能を実行するための手段として表現されているすべての要素には、その機能を実行するあらゆるやり方を包含することが意図されている。これには、たとえば、a) その機能を実行する回路要素の組合せ、または b) あらゆる形態のソフトウェア、したがって、その機能を実行するようにそのソフトウェアを実行するための適切な回路と組み合わせられた、ファームウェア、マイクロコードなどを含むソフトウェアを含む。そのような特許請求の範囲によって定義されている本発明は、記載されたさまざまな手段によって提供される機能が、特許請求の範囲が要求するやり方で組み合わせられ、一体化されていることに帰する。したがって出願人は、本明細書において示された機能と均等な機能を提供することができる、あらゆる手段を考慮している。

40

【0153】

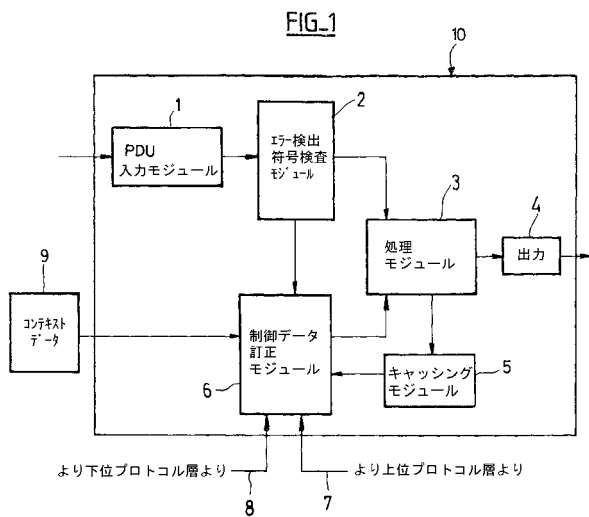
動詞「to comprise」または「to include」、およびその活用の使用は、特許請求項に記された以外の要素またはステップの存在を除外しない。さらに、要素またはステップの直前の冠詞「a」または「an」の使用は、そのような要素またはステップの複数の存在を除外しない。本発明は、ハードウェア、ならびにソフトウェアの手段によって実装されることができる。ハードウェアの同一アイテムが、いくつかの「手段」を表すことができる。

【0154】

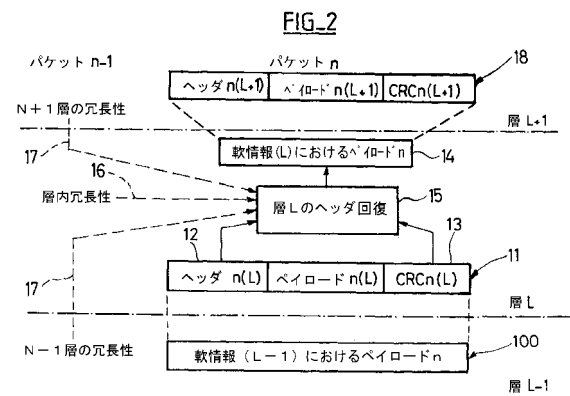
50

特許請求の範囲では、括弧の間に置かれたいずれの参照符号も、特許請求の範囲を限定するものとして解釈されない。

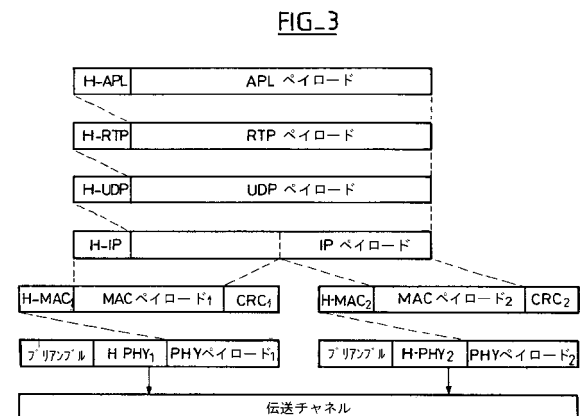
【 図 1 】



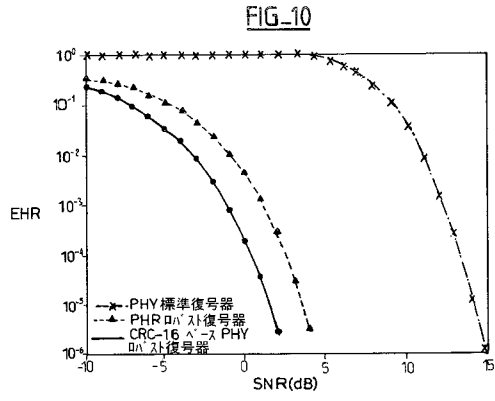
【 図 2 】



【 図 3 】

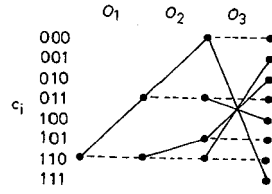


【 図 1 0 】



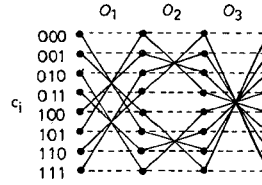
【 図 1 2 】

FIG-12

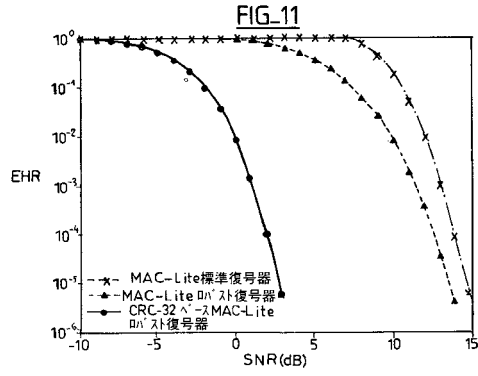


【 図 1 3 】

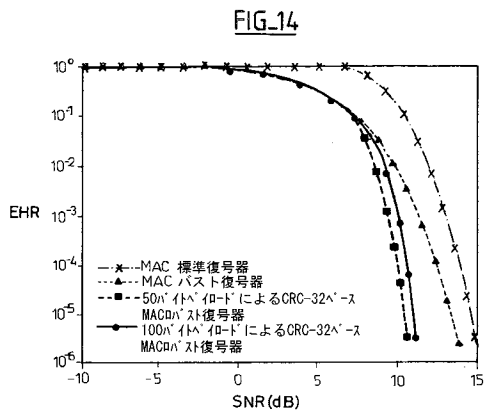
FIG-13



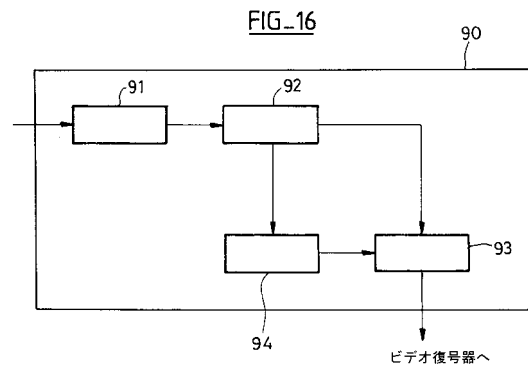
【 図 1 1 】



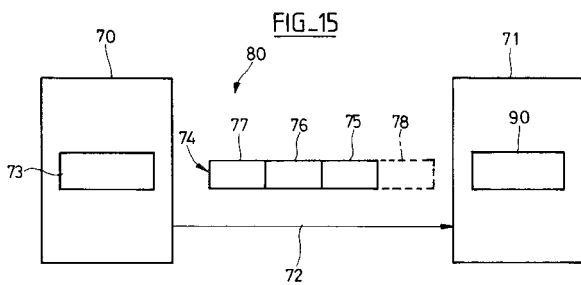
【 図 1 4 】



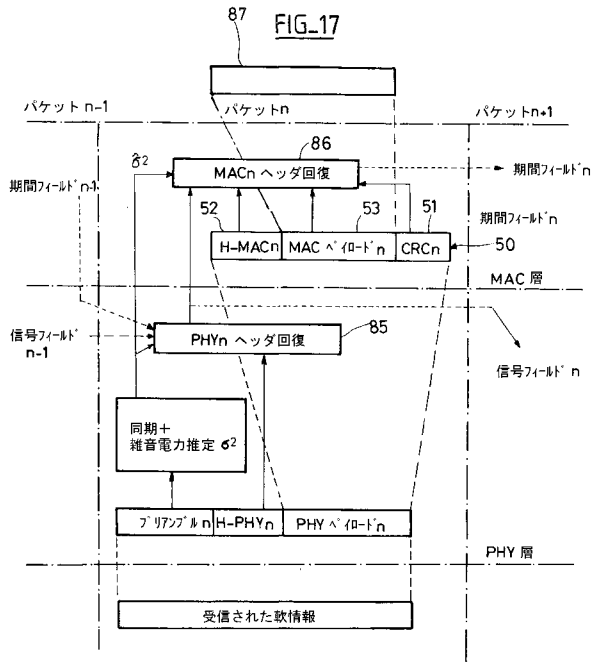
【 図 1 6 】



【 図 1 5 】



【図17】



フロントページの続き

(73)特許権者 311016455

サントル ナショナル ドゥ ラ ルシェルシェ シアンティフィク
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
フランス国、エフ - 7 5 7 9 4 パリ セデックス 1 6 , リュ ミシェル - アンジュ , 3

(73)特許権者 510294173

ユニベルシテ・パリ - シュド・1 1
フランス国、エフ - 9 1 4 0 5 ・エフ・エール、オルセー

(74)代理人 110001173

特許業務法人川口国際特許事務所

(72)発明者 マリン, セドリツク

フランス国、エフ - 3 3 0 0 0 ・ボルドー、クール・ダルブレ・8 3

(72)発明者 キエフエール, ミシエル

フランス国、エフ - 9 2 3 4 0 ・ブール - ラ - レーヌ、クロ・サン・ジャック・1

(72)発明者 デュアメル, ピエール

フランス国、エフ - 9 2 3 5 0 ・ル・プレシ・ロバンソン、リュ・コトー、2 5

審査官 玉木 宏治

(56)参考文献 国際公開第2005/096553(WO, A1)

欧州特許出願公開第01370019(EP, A1)

特開2002-374228(JP, A)

特開2005-218728(JP, A)

特開平08-265817(JP, A)

Hiromi UEDA et al., Reducing misframe frequency for HEC-based variable length frame suitable for IP services, ICC 2001. IEEE International Conference on Communications, 2001., 2001年 1月, Volume.4, pp.1196-1200

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 1/00

H03M 13/45