

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-3512

(P2014-3512A)

(43) 公開日 平成26年1月9日(2014.1.9)

(51) Int.Cl.

HO4J	11/00	(2006.01)
HO4L	1/20	(2006.01)
HO4N	19/00	(2014.01)
HO4N	17/04	(2006.01)

F 1

HO4J	11/00
HO4L	1/20
HO4N	7/13
HO4N	17/04

Z

テーマコード(参考)

5C061

5C159

5K014

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願2012-138414 (P2012-138414)

(22) 出願日

平成24年6月20日 (2012.6.20)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100083840

弁理士 前田 実

(74) 代理人 100116964

弁理士 山形 洋一

(74) 代理人 100135921

弁理士 篠原 昌彦

(72) 発明者 田中 沙織

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 菅野 美樹

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

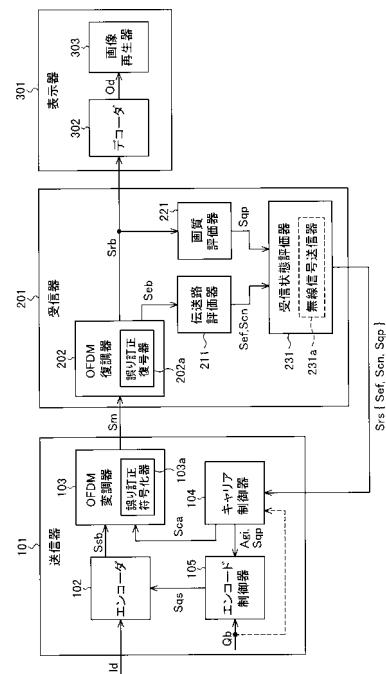
(54) 【発明の名称】OFDM信号送受信システム

(57) 【要約】

【課題】伝送路の状況の如何を問わず、画質を良好に保つことができ、しかも伝送効率の良い画像データの伝送方法を実現する。

【解決手段】受信器(201)で検出された伝送エラーの発生状況及び画質評価結果に基づいて送信器(101)で、各キャリアの変調方式を変更する。伝送エラーが多いキャリアの変調方式を変調多値数がより少ないものに変更する。各キャリアの変調方式と、画質評価結果から、符号化パラメータを変更する。画質が低いときは、伝送エラーが多いと判断して符号化パラメータを大きくする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像データを変調して送信器から受信器へ伝送する O F D M 信号送受信システムであつて、

前記送信器は、

前記画像データを符号化パラメータに基づき情報圧縮したビットストリームを生成するエンコーダと、

前記ビットストリームに誤り訂正符号化を行った上で、該ビットストリームを複数のデータ部分に分割して、該分割により得られたそれぞれのデータ部分で異なるキャリアを、それぞれのキャリア変調方式により変調することで、O F D M 変調信号を生成する O F D M 变調器と、

受信状態情報に基づいて、前記キャリア変調方式を決定し、決定されたキャリア変調方式を示す情報を出力するキャリア制御器と、

前記受信状態情報に含まれる画質評価結果から、前記符号化パラメータを決定し、決定した符号化パラメータを示す情報を出力するエンコード制御器とを備え、

前記受信器は、

前記送信器から受信した前記 O F D M 信号を復調し、ビットストリームを生成するとともに、前記 O F D M 信号に対して誤り訂正処理を行い、該誤り訂正処理によって検出された誤り位置を示す誤り検出情報を出力する O F D M 復調器と、

前記誤り検出情報から、前記画像データの送信に利用可能なキャリアの各々におけるエラーの発生状況を表すデータを生成し出力する伝送路評価器と、

前記 O F D M 復調器からの前記ビットストリームに基づいて画質を評価し、画質評価結果を表すデータを出力する画質評価器と、

前記伝送路評価器からの前記エラーの発生状況を表すデータと前記画質評価器からの前記画質評価結果を表すデータとを含む前記受信状態情報を生成し、前記送信器へ出力する受信状態評価器とを備える

ことを特徴とする O F D M 信号送受信システム。

【請求項 2】

前記キャリア制御器は、前記画像データの送信のために利用可能なキャリアの各々に対して決定したキャリア変調方式から、前記画像データの送信のために利用可能な全キャリアにより 1 シンボルで伝送可能な情報量を算出し、

前記エンコード制御器は、前記画質評価結果が所定の基準値以上のときは、前記キャリア制御器で算出された、前記 1 シンボルで伝送可能な情報量に基づき、前記符号化パラメータを決定し、

前記エンコード制御器は、前記画質評価結果が前記基準値よりも低いときは、前記符号化パラメータをより大きな値にする

ことを特徴とする請求項 1 に記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 3】

前記キャリア制御器は、

前記エラーの発生状況を表すデータに基づいて、前記利用可能なキャリアのうちエラーが頻発しているキャリアのキャリア変調方式を、変調多値数がより少ない変調方式に変更する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 4】

前記キャリア制御器は、前記エラーの発生状況を表すデータにより、エラーの発生状況が不安定であることが示されるキャリアを使用しないよう決定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 5】

前記キャリア制御器は、前記画質評価結果が所定の基準値よりも低いときは、前記キャリア変調方式を変調多値数がより少ないキャリア変調方式に変更することを特徴とする請

10

20

30

40

50

求項 1 に記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 6】

前記 O F D M 復調器は、前記誤り検出情報を所定の期間毎のタイミングでのみ出力することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 7】

前記伝送路評価器は、前記エラーの発生状況を記録し、周期的に発生するエラーを検出してエラー発生の周期性を示す情報を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 8】

前記伝送路評価器は、前記エラーの発生状況を所定の時間毎に記録し、該所定の時間ごとの記録結果から、前記周期性を示す情報を生成することを特徴とする請求項 7 に記載の O F D M 信号送受信システム。 10

【請求項 9】

前記受信状態評価器は、前記エラーの発生状況を表すデータと前記画質評価結果を表すデータに基づき、前記キャリア変調方式又は前記符号化パラメータの変更を要求する情報を生成して、出力する請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の O F D M 信号送受信システム。

【請求項 10】

前記受信状態評価器は、前記送信器から前記受信器への前記画像データの伝送のために用いられる伝送路とは別の伝送路で、前記受信状態情報を前記送信器へ伝送するための無線信号送信器を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の O F D M 信号送受信システム。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、デジタル形式のデータを O F D M 变調方式で伝送する O F D M 信号送受信システムに関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

大容量のデジタルデータを高速に伝送するためのマルチキャリア变調方式として、直交周波数分割多重 (O F D M : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式がある。これは、送信するデータを多数のデータ部分に分割し、それぞれのデータ部分に異なるキャリアを割り当てて、割り当てられたキャリアを該データ部分で变調して、多重化してマルチキャリア伝送を行うものである。各キャリアの变調は例えば P S K 、 Q A M により行われる。O F D M 方式は、全てのキャリア間の直交性が保たれることでキャリア間の干渉を防ぐ。 30

【0 0 0 3】

しかしながら、伝送路上の雑音などにより伝送過程でエラーが発生することによって、受信したデータに誤りが発生する。これは、例えば映像を伝送する場合において、映像品質が劣化する要因となる。特に映像データのうち、重要度の高いフレームのデータに誤りが発生すると、映像品質の劣化は大きくなる。 40

【0 0 0 4】

そこで、従来の O F D M 变調装置として特許文献 1 では、重要度の高いデータと低いデータに分類し、前者に対しては誤り訂正符号を付加し、重要度の高いデータの誤り率を重要度の低いデータより低く抑えることで、伝送品質の向上を実現することが提案されている。

【0 0 0 5】

また、特許文献 2 では、送信するデータの重要度に応じて送信するデータを分類し、それぞれ異なる符号化率で誤り訂正符号化を施し、それぞれ異なる多値变調方法で变調して伝送することが提案されている。例えば重要度の高いものに対しては誤り訂正の符号化率を低く、1 シンボル当たりの情報量が少ない多値变調方法を適用し、重要度の低いものに

10

20

30

40

50

対しては誤り訂正の符号化率を高く、1シンボル当たりの情報量が多い多値変調方法を適用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平9-46314号公報

【特許文献2】国際公開第1996/07260号

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】ITU-T Recommendation P.910, "Subjective video quality assessment methods for multimedia applications" 10

【0008】

非特許文献1については後述する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上記特許文献1のOFDM変調装置では、重要度の低いデータに対し、伝送路でのノイズが原因で発生する誤りを訂正することができない。また、特許文献1及び特許文献2のいずれでも、重要度の高いデータがエラーの発生しないキャリアで必ずしも伝送されるわけではなく、例えば特定のキャリアにインパルス雑音が発生するとき、雑音が集中するキャリアでデータが伝送されることによって受信側で正しく復調できず、誤り訂正復号で誤りを完全には訂正できない場合がある。また、受信側でデータを受信した際のエラー発生状況などの受信状況を送信側に反映していないため、伝送路の状況が全体的には比較的良い場合でも、(重要度の高いデータについての)誤り符号化率が低い一方、重要度の低いデータには誤り訂正符号が付加されないために重要度の低いデータに誤りが発生しても、誤りの訂正ができないという問題がある。これらは、伝送対象がH.264等でエンコードされた画像データの場合は、対応するデコーダがデータを正しく復号できず、再生映像が乱れることで画質が低下する原因となる。 20

そこで、伝送路の状況の如何を問わず、画質を良好に保つことができ、しかも伝送効率の良い画像データの伝送方法の実現が望まれる。 30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のOFDM信号送受信システムは、

画像データを変調して送信器から受信器へ伝送するOFDM信号送受信システムであつて、

前記送信器は、

前記画像データを符号化パラメータに基づき情報圧縮したビットストリームを生成するエンコーダと、

前記ビットストリームに誤り訂正符号化を行った上で、該ビットストリームを複数のデータ部分に分割して、該分割により得られたそれぞれのデータ部分で異なるキャリアを、それぞれのキャリア変調方式により変調することで、OFDM変調信号を生成するOFDM変調器と、 40

受信状態情報に基づいて、前記キャリア変調方式を決定し、決定されたキャリア変調方式を示す情報を出力するキャリア制御器と、

前記受信状態情報に含まれる画質評価結果から、前記符号化パラメータを決定し、決定した符号化パラメータを示す情報を出力するエンコード制御器とを備え、

前記受信器は、

前記送信器から受信した前記OFDM信号を復調し、ビットストリームを生成するとともに、前記OFDM信号に対して誤り訂正処理を行い、該誤り訂正処理によって検出され 50

た誤り位置を示す誤り検出情報を出力するO F D M復調器と、

前記誤り検出情報から、前記画像データの送信に利用可能なキャリアの各々におけるエラーの発生状況を表すデータを生成し出力する伝送路評価器と、

前記O F D M復調器からの前記ビットストリームに基づいて画質を評価し、画質評価結果を表すデータを出力する画質評価器と、

前記伝送路評価器からの前記エラーの発生状況を表すデータと前記画質評価器からの前記画質評価結果を表すデータとを含む前記受信状態情報を生成し、前記送信器へ出力する受信状態評価器とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0 0 1 1】

本発明によれば、伝送路の状況の如何を問わず、画質に影響するデータの誤りの発生を抑え、画質を良好に保つことができ、しかも効率良く、画像データの伝送を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0 0 1 2】

【図1】本発明の実施の形態1に係るO F D M信号送受信システムを示すブロック図である。

【図2】各キャリアに対する変調方式の割当の一例を表形式で示す図である。

【図3】図1の伝送評価器の構成例を示すブロック図である。

【図4】各キャリアについてのエラー発生指標の値の一例を表形式で示す図である。

【図5】(a)～(c)は、エラーの発生と、エラー発生指標の変化及びこれに伴う値が「1」のエラーフラグの発生の例を示す図である。

【図6】(a)～(c)は、エラーの発生と、エラー発生指標の変化及びこれに伴う値が「0」のエラーフラグの発生の例を示す図である。

【図7】図1の受信器から送信器に送信される受信状態情報のデータ構成の一例を示す図である。

【図8】図1の係る画質評価器の構成例を示すブロック図である。

【図9】本発明の実施の形態2に係る伝送路評価器211の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施の形態4に係るO F D M信号送受信システムを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 3】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0 0 1 4】

実施の形態1.

図1は、本発明に係るO F D M信号送受信システムの実施の形態1の構成を示すブロック図である。図示のO F D M信号送受信システムは、送信器101と、受信器201を備える。

【0 0 1 5】

送信器101は、入力された画像データI dからO F D M信号S mを生成して、伝送路401を介して受信器201へ出力する。

伝送路401は、例えばメタル線などによる1対1の有線接続により形成されている。しかしながら、本発明は無線接続により伝送路401が形成されている場合にも適用可能である。

【0 0 1 6】

受信器201は、受信したO F D M信号S mを復調し、ビットストリームS r bを生成して、表示器301へ出力する。

【0 0 1 7】

表示器301は、受信器201からのビットストリームS r bに基づき、所定のフォー

10

20

30

40

50

マットにデコードして画像データを生成し、該画像データで表される画像を表示する。

【0018】

受信器201は、上記のO F D M信号S mの復調の際に検出する誤りの発生状況の集計と、生成したビットストリームS r bに基づく画質の評価を行い、集計の結果及び評価結果を反映した受信状態情報S r sを生成して、送信器101へ出力する。

送信器101は、受信器201からの受信状態情報S r sに基づき、画像データの符号化における符号化パラメータの決定乃至切替え（再設定）、及びO F D M変調における各キャリアの変調方式の決定乃至切替え（再設定）を行う。

【0019】

送信器101は、エンコーダ102と、O F D M変調器103と、キャリア制御器104と、エンコード制御器105を備える。 10

【0020】

エンコーダ102は、画像データI dに対して、エンコード制御器105から入力される符号化パラメータS q sに基づいてエンコードを施し、エンコードにより情報圧縮したビットストリームS s bを生成し、O F D M変調器103へ出力する。画像データI dをエンコードする過程で量子化に使用する量子化ステップを、エンコード制御器105から入力される符号化パラメータS q sに基づき定める。ここで、画像データI dは、静止画像データ又は映像データ（動画像データ）である。エンコーダ102は、例えばJ P E GやH . 2 6 4等の所定のフォーマットに対応するものとする。

【0021】

O F D M変調器103は、エンコーダ102からのビットストリームS s bにO F D M変調を施し、O F D M信号S mを生成する。生成されたO F D M信号S mは受信器201へ送信される。 20

O F D M変調器103は、ビットストリームS s bを複数のデータ部分に分割して、それぞれのデータ部分をそれぞれのキャリアに割当て、割り当てられたキャリアをそれぞれのデータ部分でそれぞれの変調方式により変調する。各データ部分は、1又は2以上のビットから成り、ブロックとも呼ばれる。以下では、各キャリアに対して適用する変調方式をキャリア変調方式という。

【0022】

キャリア変調方式としては、例えば、B P S K、Q P S K、8 P S K、1 6 Q A M、3 2 Q A M、6 4 Q A M、1 2 8 Q A M、2 5 6 Q A M、5 1 2 Q A M、1 0 2 4 Q A Mが用いられる。 30

【0023】

O F D M変調器103は、誤り訂正符号化器103aを備え、O F D M変調に当たり、誤り訂正符号化器103aで、ビットストリームS s bに対して、例えばリード・ソロモン符号等の、誤りを含むビットの位置を検出可能な所定の誤り訂正符号化を施し、誤り訂正符号化を施したビットストリームを複数のデータ部分に分割して、変調を行う。

【0024】

キャリア制御器104は、受信器201からの受信状態情報S r sに基づき、ビットストリームS s bの分割方法及び分割により生成された各データ部分のキャリアへの割当、各キャリアの変調方式を示すデータをキャリア割当情報S c aとしてO F D M変調器103に出力し、O F D M変調器103ではキャリア割当情報S c aに従ってO F D M変調を行う。 40

【0025】

キャリア割当情報S c aは、O F D M変調器103におけるO F D M変調の際に利用されるのみならず、受信器201におけるO F D M復調の際にも必要とされるので、送信器101から受信器201に送信される。例えば、キャリア割当情報S c aもO F D M変調器103により1又は2以上のキャリアを用いてO F D M信号S mの一部として送信される。

【0026】

10

20

30

40

50

キャリア制御器 104 はまた、各キャリアの変調方式に基づいて、画像データ Id の送信に利用可能な全キャリアで伝送可能な情報量を算出し、伝送データ量見積値 Agi として出力する。全キャリアで 1 シンボル当たりの伝送情報量は、各キャリアで伝送可能な情報量を全キャリアにわたり積算することで求められる。各キャリアで 1 シンボル当たりに伝送可能な情報量（ビット数）は、各キャリアに適用された変調方式の変調多値数の対数に比例する。

【0027】

エンコード制御器 105 は、キャリア制御器 104 から出力される、伝送データ量見積値 Agi と、受信状態情報 Srs に含まれる画質評価結果 Sqp から、符号化パラメータ Sqs を決定し、決定した符号化パラメータを示す情報 Sqs を出力する。

10

【0028】

受信器 201 は、OFDM 復調器 202 と、伝送路評価器 211 と、画質評価器 221 と、受信状態評価器 231 とを備える。

【0029】

OFDM 復調器 202 は、送信器 101 から伝送された OFDM 信号 Sm を受信し、その OFDM 信号 Sm に対して OFDM 復調を行い、復調信号に誤り訂正復号を施すことでのビットストリーム Srb を生成し、画質評価器 221 及び表示器 301 へ出力する。この際、送信器 201 がキャリア割当情報 Scs の送信に使用したキャリアの復調を最初に行い、復調されたキャリア割当情報 Scs に従い、他のキャリアの復調を行う。

20

【0030】

また、OFDM 復調器 202 は、OFDM 変調器 103 がインターリーバを備えたものである場合、OFDM 変調器 103 のインターリーバによって変更される前の元の順序を再現することができるデインターリーバを備え、OFDM 復調に当たり、デインターリーブを施す。OFDM 復調器 202 は、誤り訂正復号器 202a を備え、デインターリーブされたビットストリームに対して、誤り訂正復号器 202a で、誤り訂正符号化器 103a により施された誤り訂正符号を復号し、誤り訂正処理によって検出された誤りビットの位置を特定し、誤りの発生及び誤りの位置を示す誤り検出情報 Seb を生成し、伝送路評価器 211 へ出力する。また、誤り訂正復号器 202a は、誤りを訂正したビットストリーム Srb を生成し、画質評価器 221 及び表示器 301 へ出力する。

30

【0031】

伝送路評価器 211 は、OFDM 復調器 202 からの誤り検出情報（復調の際に検出された誤りの発生状況を示すデータ）Seb から、OFDM 変調で用いられたキャリアの各々におけるエラーの発生状況を表すデータ Sef、Scn を生成し、出力する。このうちデータ Sef は、伝送エラーが頻発していること、或いは伝送エラーの頻発状況が解消したことを示すものであり、エラーフラグと呼ばれ、データ Scn は、該当するキャリア（伝送エラーが頻発しているキャリア、或いは伝送エラーの頻発状況が解消したキャリア）の番号であり、制御対象キャリア番号と呼ばれる。エラーフラグ Sef 及び制御対象キャリア番号 Scn は、以下に詳しく説明するように、送信器 101 による送信の条件、例えば各キャリアの変調方式を変更することを要求する情報として用いられる。

40

【0032】

画質評価器 221 は、OFDM 復調器 202 からのビットストリーム Srb に基づいて画質を評価し画質評価結果としての画質推定値（を示すデータ）Sqp を出力する。

【0033】

受信状態評価器 231 は、伝送路評価器 211 からの、キャリアの各々におけるエラーの発生状況を表すデータ Sef、Scn と画質評価器 221 からの画質評価結果（を表すデータ）Sqp とをまとめたものを受信状態情報 Srs として、送信器 101 へ送出する。

【0034】

送信器 101 への受信状態情報 Srs の送信は、OFDM 信号 Sm と同じ伝送路を介して行っても良く、別の伝送手段、例えば無線 LAN などを用いても良い。

50

無線で送信を行う場合には、受信状態評価器 231 は、送信器 101 と受信器 201 が OFDM 信号 Sm の伝送のために用いる伝送路 401 とは別個に、受信状態情報 Srs を制御信号として伝送する無線信号送信器 231a (図 1 に点線で示す) を備えるものとする。

【 0035 】

受信状態情報 Srs として伝送される情報の量は多くない一方、制御の上の重要な役割を果たすので、信頼性の高い伝送手段で送信することが望ましい。

【 0036 】

受信状態情報 Srs を送信する際に誤り訂正符号化を施してもよい。この場合送信器 101 に誤り訂正復号回路 (図示しない) が必要となるが、伝送エラーの発生により受信状態情報 Srs に誤りが発生することを防止でき、送信器 101 を確実に制御できる。

10

【 0037 】

なお、複数の受信器 (図示しない) が設けられ、送信器 101 から同じ伝送路を介して送信された OFDM 信号を受信するシステムにおいては、全ての受信器に伝送路評価器 211 、画質評価器 221 及び受信状態評価器 231 を備える必要はなく、例えば 1 個又は一部の受信器のみが、伝送路評価器 211 、画質評価器 221 及び受信状態評価器 231 を備えることとしても良い。即ち、全ての受信器で伝送路と画質の評価をしなくても、良好な画質で画像データの伝送を行うことができる。

【 0038 】

表示器 301 は、デコーダ 302 と画像再生器 303 を備える。

20

デコーダ 302 は、受信器 201 からのビットストリーム Srb を、所定のフォーマットにデコードし、画像データ Od を生成し、画像再生器 303 へ出力する。

画像再生器 303 は、デコーダ 302 からの画像データ Od を再生し、再生された画像データ Od で表される画像を表示する。

【 0039 】

OFDM 変調器 103 における、ビットストリーム Ssb のデータ部分への分割方法、各キャリアへのデータ部分の割当、及び各キャリアで用いるべき変調方式は、受信器 201 で検出される伝送エラーの発生状況に基づいて決定される。例えば、伝送エラーが多発乃至頻発しているキャリアについては、変調多値数がより少ない変調方式に切り替えられ、より少ないビットから成るデータ部分が割り当てられる。逆に伝送エラーが少ないキャリアについては、変調多値数がより多い変調方式に切り替えられ、より多くのビットから成るデータ部分が割り当てられる。

30

【 0040 】

伝送エラーの発生状況の評価は、受信器 201 において受信された画像データのフレームを単位として、1 フレーム毎に、或いは複数フレーム毎に行われ、送信器 101 における変調方式の切り替えは、フレームとフレームの区切り目で行われる。

【 0041 】

上記のように、キャリア割当情報 Sca も OFDM 信号 Sm の一部として送信器 101 から受信器 201 へ送信される。

40

キャリア割当情報 Sca の送信には、変調多値数に応じて 1 つ以上のキャリアが使用される。キャリア割当情報 Sca の送信に用いられるキャリアの変調方式は変更されず、固定されたままとされる。

【 0042 】

以下、送信器 101 の動作のうち、OFDM 変調器 103 における変調方式の制御、及びエンコーダ 102 における符号化パラメータの制御に関してさらに詳しく説明する。

【 0043 】

OFDM 変調器 103 において、各キャリアで送信されるデータ部分 (当該キャリアの変調に用いられるデータ部分) 、及び各キャリアの変調方式は、上記のようにキャリア制御器 104 からのキャリア割当情報 Sca により指定される。

図 2 には、キャリア番号 C1 ~ CN に対する変調方式の割当の一例が表形式で示されて

50

いる。図2に示す例ではキャリア番号C1は、当該キャリアが使用されていないことを示すため「0」が記載されている。

【0044】

各キャリアについて指定されるキャリア変調方式を示すデータ（設定値）は、本OFDM信号送受信システムで実施可能な複数のキャリア変調方式のうちいずれかを示す値とされる。また、上記設定値の初期値は、本OFDM信号送受信システムで実施可能なキャリア変調方式のうち、変調多値数が最も多いキャリア変調方式を示す値とし、例えば、1024QAMを示すものとする。

【0045】

各キャリアの変調方式は、全キャリアによる1シンボル当たりのデータ伝送量が所望の値になるように決定される。キャリア割当情報Scaにより、全キャリアで伝送される情報量が制御される。

キャリア割当情報Scaはその内容が、キャリア制御器104により、受信状態情報Srsに含まれるエラーフラグSeF及び制御対象キャリア番号Scnに基づいて定められ、或いは変更（再設定）される。

【0046】

キャリア割当情報Scaは、画像データの送信のために利用可能なキャリアの数に等しい数の要素で構成される配列とされ、配列の先頭から順に利用可能なキャリアにそれぞれ適用するキャリア変調方式を示すデータ（設定値）が並べられる。即ち、キャリア制御器104から出力されるキャリア割当情報Scaは、図2のキャリア番号を含まず、変調方式を示すデータをキャリア番号順に並べたもの（配列）で構成される。

【0047】

各キャリアに適用するキャリア変調方式は、受信状態情報Srsに含まれるエラーフラグSeFと前回のキャリア変調方式に基づき決定される。

例えば、受信状態情報Srsに含まれるエラーフラグSeFが、传送エラーが頻発していることを示す「1」であった場合、1シンボル当たりの传送情報量が前回適用した変調方式よりも少ない（変調多値数がより少ない）キャリア変調方式を、そのキャリアに適用される新たな変調方式として再設定し、該変調方式を表す値（設定値）を、キャリア割当情報Scaの配列の要素とする。

【0048】

逆に、受信状態情報Srsに含まれるエラーフラグSeFが传送エラーの頻発状況が終息乃至解消したことを示す「0」であった場合、1シンボル当たりの传送情報量が前回適用したキャリア変調方式よりも多い（変調多値数がより多い）キャリア変調方式を、そのキャリアに適用される新たな変調方式として再設定し、該変調方式を表す値（設定値）を、キャリア割当情報Scaの配列の要素とする。

【0049】

このようにして、キャリア制御器104は、画像データの送信に用いられるキャリアに対してキャリア変調方式を決定し、決定したキャリア変調方式を含むキャリア割当情報Scaを出力するとともに、各キャリアについて決定したキャリア変調方式に基づいて、1シンボルで全キャリアにより传送可能な情報量を算出し、传送データ量見積値AgIとして、エンコード制御器105に出力する。キャリア制御器104はまた、受信器201の受信状態評価器231から送信される、受信状態情報Srsに含まれる画質推定値SqPをエンコード制御器105に出力する。

【0050】

エンコード制御器105は、キャリア制御器104を介して供給される画質推定値SqP（受信器201から传送された、受信状態情報Srsに含まれる画質評価結果）と、キャリア制御器104から出力された传送データ量見積値AgI（1シンボルで传送可能な情報量）を入力として、エンコーダ102がエンコードする際に用いるべき符号化パラメータSqSを決定し、決定した符号化パラメータSqSを示すデータを、エンコーダ102へ出力する。

10

20

30

40

50

【0051】

ここで、符号化パラメータ S_{qs} はエンコードによる情報圧縮率を示すものとする。符号化パラメータ S_{qs} の値が大きいほど圧縮率が高い。圧縮率は、圧縮の程度を表すものであり、例えば

圧縮率 = (圧縮前の情報量 - 圧縮後の情報量) / 圧縮前の情報量
で定義される。

【0052】

符号化が JPEG に従って行われる場合、符号化パラメータ S_{qs} は量子化スケール Q_S とし、符号化が H.264 に従って行われる場合、符号化パラメータ S_{qs} は量子化パラメータ q_P とする。

10

【0053】

エンコード制御器 105 は、受信されたビットストリーム S_{sb} に基づいて表示される画像の画質推定値 S_{qp} (受信器 201 からの画質評価結果 S_{qp} で表される) が所定の基準値 (画質基準値) Q_b 以上となるよう、符号化パラメータ S_{qs} を決定する。

【0054】

例えば、エンコード制御器 105 は、受信状態情報 S_{rs} に含まれる画質評価結果 S_{qp} が基準値 Q_b 以上のときは、キャリア制御器 104 で算出された伝送データ量見積値 A_{gi} (1 シンボルで伝送可能な情報量) に基づき、符号化パラメータ S_{qs} を算出する。より具体的には、画質推定値 S_{qp} が基準値 Q_b 以上で、かつ伝送データ量見積値 A_{gi} が増加した場合には、符号化パラメータ S_{qs} を小さくし、画質推定値 S_{qp} が基準値 Q_b 以上で、かつ伝送データ量見積値 A_{gi} が減少した場合には、符号化パラメータ S_{qs} を変更しない (現状維持とする) 。

20

一方、画質評価結果 S_{qp} が基準値 Q_b よりも低いときは、符号化パラメータ S_{qs} をより大きな値にする。

【0055】

符号化パラメータ S_{qs} を小さくする場合には、例えば、前回の値に対して 1 よりも小さい所定の値、例えば 0.8 を掛ける。一方、符号化パラメータ S_{qs} を大きくする場合には、例えば前回の値に対して 1 よりも大きい所定の値、例えば 1.2 を掛ける。

【0056】

符号化パラメータ S_{qs} の初期値としては、理想的な伝送路 (伝送エラーが全く発生しない) の場合における、本 OFDM 信号送受信システムで伝送し得る最大のデータ量を生じさせる値が与えられる。

30

【0057】

上記の符号化パラメータの決定方法は、下記の式 (1) で表される。

【数1】

$$S_{qs} = \begin{cases} S_{qs_{n-1}} \times 0.8 & (A_{gi} > A_{gi_{n-1}} \cap S_{qp} \geq Q_b) \\ S_{qs_{n-1}} & (A_{gi} \leq A_{gi_{n-1}} \cap S_{qp} \geq Q_b) \\ S_{qs_{n-1}} \times 1.2 & (S_{qp} < Q_b) \end{cases} \dots (1)$$

但し、
 $\begin{cases} S_{qs_{n-1}}: \text{前回の符号化パラメータ} \\ A_{gi_{n-1}}: \text{前回の伝送データ量見積値} \end{cases}$ とする

40

【0058】

上記の符号化パラメータの決定方法は、画質推定値 S_{qp} を低下させる原因としてエンコードによる符号化ノイズの影響よりも伝送エラーによる画像ノイズの影響が大きい場合を想定している。

画質推定値 S_{qp} が基準値 Q_b よりも低い場合には、受信器 201 への伝送過程で伝送エラーが発生したことにより、復調及びデコードしたデータに画像ノイズが多く発生したためと考えられる。そこで、符号化パラメータ S_{qs} を高く、即ち圧縮率を高くすることで伝送されるデータ量を低下させている。一方、各キャリアで伝送するデータ量はキャリ

50

ア制御器 104 によって制御されており、伝送エラーが頻発しているキャリアで传送されるデータ量を少なくすることで、そのキャリアにおける传送エラーを少なくことができ、従って、传送エラーによる画質劣化を防ぐことができる。

【0059】

なお、符号化パラメータ $S_{q,s}$ の決定に当たっては、符号化パラメータ $S_{q,s}$ とビットレート、符号化パラメータ $S_{q,s}$ と画質の関係をそれぞれ示す数値モデルを用いて、それぞれの関係から符号化後のデータ量が传送データ量見積値 $A_{g,i}$ (設定された変調方式で传送可能なデータ量)) 以下となり、かつ画質推定値 $S_{q,p}$ が基準値 Q_b 以上となる最適な符号化パラメータ $S_{q,s}$ を算出するようにしても良い。この場合、数値モデルを予め用意する必要があるが、符号化パラメータ $S_{q,s}$ とビットレートと画質の関係を用いて符号化パラメータ $S_{q,s}$ を算出するため、受信状態に応じて画像データ I_d に最適なエンコードを施すことができる。

10

【0060】

次に、受信器 201 における受信状態情報 $S_{r,s}$ の生成についてさらに詳しく説明する。

上記のように OFDM 復調器 202 は、OFDM 信号 S_m に対する OFDM 復調に際し、誤り訂正処理を行って、検出された誤りの発生及び位置を示す誤り検出情報 $S_{e,b}$ を生成し、传送路評価器 211 へ出力する。誤りの位置を示す情報から、誤りビット並びに該誤りビットを含むデータ部分を特定することができる。

20

【0061】

誤り訂正復号を施した際に誤りが検出されない場合、誤り検出情報 $S_{e,b}$ としては無効データを表す信号を生成し、出力する。

誤りが検出されない場合、誤り検出情報 $S_{e,b}$ は出力しなくても良いが、誤りを検出した場合、誤り検出情報 $S_{e,b}$ などの誤りの発生状況を示すデータは決められた周期で（決められた周期的なタイミングでのみ）出力するのが好ましい。そうすることで、送信器 101 では、周期的なタイミングでのみ、传送エラーに対処するために処理をすれば良くなるからである。

20

【0062】

传送路評価器 211 は、OFDM 復調器 202 から出力される、受信データの各フレーム毎の誤り検出情報 $S_{e,b}$ に基づき、传送エラーが頻発しているキャリア、及び传送エラーの頻発状況が解消したキャリアを特定する番号（制御対象キャリア番号） $S_{c,n}$ と、該キャリアについて传送エラーが頻発していること、或いは传送エラーの頻発状況が解消したことを示すエラーフラグ $S_{e,f}$ を生成して出力する。

30

【0063】

传送路評価器 211 は、例えば図 3 に示すように、誤り検出キャリア特定器 212 と、キャリア解析器 213 を備える。

【0064】

誤り検出キャリア特定器 212 は、OFDM 復調器 202 からの誤り検出情報 $S_{e,b}$ に基づき、該情報 $S_{e,b}$ により示される誤り位置に対応するビットを含むデータ部分が送信時に OFDM 变調器 103 で变調された際に、当該データ部分が割り当てられた（当該データ部分により变調された）キャリアを特定し、そのキャリアを示す番号を誤り検出キャリア番号 $S_{e,n}$ としてキャリア解析器 213 へ出力する。

40

【0065】

OFDM 变調器 103 がインターリーバを備えたものである場合、誤り検出キャリア特定器 212 は、OFDM 变調器 103 と同じインターリーバによって、該情報 $S_{e,b}$ により示される誤り位置に対応するビットの、ビットストリーム S_m における位置（順位）を再現する。これにより、当該ビットを含むデータ部分が传送されたキャリアを特定することができる。

【0066】

誤り検出情報 $S_{e,b}$ が無効データの場合、誤り検出キャリア特定器 212 は無効なデー

50

タを表す信号を誤り検出キャリア番号 S e n として生成し、出力する。

【 0 0 6 7 】

キャリア解析器 2 1 3 は、誤り検出キャリア特定器 2 1 2 から出力される誤り検出キャリア番号 S e n を入力として、所定の期間毎に、該所定の期間にわたり誤りを検出した回数や連続性などをキャリア毎に集計し、解析する。上記の所定の期間（エラー検出周期）は例えば送信される画像データの 1 フレーム、或いはその整数倍に相当する期間とされる。

【 0 0 6 8 】

キャリアごとの集計は、画像データの送信に利用可能な全てのキャリアの各々において所定の期間中にエラーが発生したか否かを判定し、判定結果に応じて対応するエラー発生指標 E I 1 ~ E I N の値に対する制御を行う。なお、本 O F D M 信号送受信システムで利用可能なキャリアのうち、画像データの送信に用いられていないキャリアについてはエラーの集計が行われず、従ってエラー発生指標 E I n の値は「 0 」に維持にされる。

【 0 0 6 9 】

上記のエラー発生指標 E I 1 ~ E I N の値の一例を、キャリア番号に対応付けて表形式で表すと図 4 に示す如くとなる。各指標 E I n (n = 1 ~ N のいずれか) が取り得る数値は、1 以上、0、-1 以下の 3 種類に分けられ、1 以上のときはエラーが連続的に発生した回数を示し、0 のときはエラーが発生していないことを示し、-1 以下のときはエラーが発生していたが解消し、その後エラーが発生しないフレームが連続した回数を示す。

【 0 0 7 0 】

O F D M 復調器 2 0 2 から出力される誤り検出情報 S e b が無効データではなく（誤りが検出されたことを示し）、誤り検出キャリア特定器 2 1 2 により誤りが検出されたキャリアを特定するキャリア番号 S e n が出力された場合、キャリア解析器 2 1 3 は、当該キャリア番号 S e n で特定されるキャリアについてのエラー発生指標 E I n の値に応じて以下のような処理を行う。

(A 1) 指標 E I n の値が「 0 」以上であれば、当該指標 E I n の値を 1 だけインクリメントする。

(A 2) 指標 E I n の値が「 -1 」以下であれば、「 1 」にセットする。

【 0 0 7 1 】

誤りが検出されなかったキャリア、即ちキャリア解析器 2 1 3 から出力される誤り検出キャリア番号 S e n で特定されるキャリア以外のキャリアについては、当該キャリアについてのエラー発生指標 E I n の値に応じて、以下のような処理を行う。

(B 1) 指標 E I n の値が、「 0 」であれば「 0 」のまます。

(B 2) 指標 E I n の値が、「 1 」以上の場合、「 -1 」にセットする。

(B 3) 指標 E I n の値が、「 -1 」以下の場合、指標 E I n の値を 1 だけデクリメントする。

【 0 0 7 2 】

キャリア解析器 2 1 3 では、各キャリアについてのエラー発生指標 E I n の値が正の値である第 1 の所定値 E a t 、例えば 5 以上になると、値が「 1 」であるエラーフラグ S e f を生成し、負の値である第 2 の所定値 E b t 、例えば -5 以下になると値が「 0 」であるエラーフラグ S e f を生成する。

【 0 0 7 3 】

エラーフラグ S e f の値が「 1 」であることは、対応するキャリアにおいてエラーが頻発しており、変調多値数がより少ない変調方式への変更が必要であることを示す。

エラーフラグ S e f の値が「 0 」であることは、対応するキャリアにおいてエラーの頻発状況が解消したので、変調多値数がより多い変調方式への変更を行っても良いことを示す。

エラーフラグ S e f と制御対象キャリア番号 S c n は、互いに関連付けて受信状態評価器 2 3 1 に供給される。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

エラー発生指標 E I n の値が第 1 の閾値 H t h よりも小さく、第 2 の閾値 L t h よりも大きいキャリアについては該当するキャリア番号を受信状態評価器 2 3 1 に出力しない。

【0 0 7 5】

受信状態評価器 2 3 1 は、キャリア解析器 2 1 3 から出力されるエラーフラグ S e f と制御対象キャリア番号 S c n と、画質評価器 2 2 1 から出力される画質推定値 S q p をまとめて受信状態情報 S r s として生成し、送信器 1 0 1 へ出力する。

【0 0 7 6】

図 5 (a) ~ (c) 、及び図 6 (a) ~ (c) は、上記 (A 1) 、(A 2) 、(B 1) ~ (B 3) の規則に従うエラー発生指標 E I n の変化及びこれに伴う、値が「 1 」又は値が「 0 」のエラーフラグ S e f の発生の例を示す。図 5 (a) ~ (c) 及び図 6 (a) ~ (c) においては 1 フレーム期間毎にエラーの発生の有無をチェックしており、図 5 (a) 及び図 6 (a) において、エラーが発生したフレーム期間は「 1 」で、エラーが発生しなかったフレーム期間は「 0 」で示されている。図 5 (a) 及び図 6 (a) に示される各フレーム期間におけるエラーの発生の有無に応じたエラー発生指標 E I n の変化は次のフレーム期間に生じる。10

【0 0 7 7】

図 5 (b) に示す例では、フレーム期間 f 1 5 からフレーム期間 f 1 9 まで 5 フレーム期間にわたり連続してエラーの発生が検出された結果、次のフレーム期間 f 2 0 においてエラー発生指標 E I n の値が「 5 」に達し、そのために、図 5 (c) に示すように、フレーム期間 f 2 0 において、値が「 1 」のエラーフラグ S e f が発生されている。また、フレーム期間 f 1 9 以降もエラーが発生しているために、エラー発生指標 E I n の値は、「 6 」、「 7 」と増加を続け、値が「 1 」のエラーフラグ S e f が、引き続き発生している。20

値が「 1 」のエラーフラグ S e f は、対応する制御対象キャリア番号 S c n とともに送信器 1 0 1 に送信される。

エラー発生指標 E I n の値には、所定の上限値を設けても良い。上限値は、第 1 の閾値 H t h と、各キャリアに初期値として設定するキャリア変調方式以外に選択可能なキャリア変調方式の数とを加算したものとする。あるキャリアにエラーの発生が続く場合、エラー発生指標 E I n は上限値に達した時点でインクリメントをやめて、上限値を維持することとする。30

【0 0 7 8】

図 6 (b) に示す例では、フレーム期間 f 3 2 、 f 3 3 でエラーの発生が検出されたが、フレーム期間 f 3 3 に続くフレーム期間 f 3 4 から f 3 8 まで 5 フレーム期間にわたり、エラーの発生が検出されなかつたため、フレーム期間 f 3 5 で「 - 1 」となり、フレーム期間 f 3 9 において、エラー発生指標 E I n の値が「 - 5 」に達し、そのため、図 6 (c) に示すように、フレーム期間 f 3 9 において、値が「 0 」のエラーフラグ S e f が発生され、対応する制御対象キャリア番号 S c n とともに送信器 1 0 1 に送信される。

値が「 0 」のエラーフラグ S e f が送信器 1 0 1 に送信されると、次のフレーム期間 f 4 0 では、エラー発生指標 E I n が「 0 」にリセットされる。

【0 0 7 9】

伝送路評価器 2 1 1 、或いは受信状態評価器 2 3 1 から出力されるエラーフラグ S e f と制御対象キャリア番号 S c n を関連付けたデータは、図 4 に示す表形式にする必要はなく、制御対象キャリア番号 S c n を順に並べた配列の形式であっても良い。40

【0 0 8 0】

例えば、エラーフラグ S e f の値が同じ制御対象キャリア番号 S c n が複数個ある場合には、一つのエラーフラグ S e f の値に対して、エラーフラグ S e f の値が同じ制御対象キャリア番号 S c n がまとめて送信される。例えば、図 7 に示されるように、先頭にフラグ S e f の値が「 1 」であることを示すデータが位置し、その後に該エラーフラグ S e f の値が「 1 」である、1 又は 2 以上の制御対象キャリア番号 S c n (即ち伝送エラーが頻発していることが検出されているキャリアの番号) を並べた配列と、先頭にフラグ S e f

10

20

30

40

50

の値が「0」であることを示すデータが位置し、その後に該エラーフラグ S e f の値が「0」である、1又は2以上の制御対象キャリア番号 S c n (即ち伝送エラーの頻発状況が解消したキャリアの番号)を並べた配列とが出力される。

【0081】

送信器 101においては、上記のように、受信器 201から送信されたエラーフラグ S e f 及び制御対象キャリア番号 S c n に基づいて、キャリア割当情報の再設定を行う。

【0082】

画質評価器 221は、上記のように、OFDM復調器 202からのビットストリーム S r b に基づいて画質を評価し、画質評価結果としての画質推定値 S q p (を示すデータ)を出力する。画質評価器 221は、例えば図8に示すように、デコーダ 222と、特徴量算出器 223と、客観評価器 224を備える。
10

【0083】

デコーダ 222は、OFDM復調器 202からのビットストリーム S r b を入力として所定のフォーマットにデコードし、デコードにより得られた画像データ S i d を特徴量算出器 223へ出力する。

【0084】

特徴量算出器 223は、画像データ S i d から複数の画像特徴量を算出し、客観評価器 224は、特徴量算出器 223で算出された画像特徴量から、画質を客観的に評価した画質推定値 S q p を出力する。

【0085】

特徴量算出器 223は、フレーム内特徴量算出器 223aとフレーム間特徴量算出器 223bを構える。

【0086】

フレーム内特徴量算出器 223aは、デコーダ 222からの画像データ S i d に基づき、1フレーム毎の画像特徴量であるフレーム内特徴量 S s i を算出する。フレーム内特徴量 S s i としては、伝送エラーによるノイズを抽出するため、例えば、上記の非特許文献1に記載されている空間的な特徴量 S I (Spatia l Information) を用いるものとする。

【0087】

フレーム内特徴量 S s i は1フレーム単位で算出することとしても良く、1フレームを各々複数画素からなるブロックに分割した単位での算出を行っても良い。

フレーム単位で算出する場合には、フレーム内特徴量 S s i は、1個の値を表すデータ S s i d (d = 1) から成る。ブロック単位で算出する場合には、フレーム内特徴量 S s i は、1個又は複数個の値を表すデータ S s i d (d = 1 ~ D (D - 1)) から成る。データ S s i d は、例えばそれぞれ対応するブロックの特徴量を表すデータから成るものであっても良い。

さらに、それぞれのブロックの特徴量に基づいて得られた、1種類以上の統計値を表すデータから成るものであっても良く、該統計値と、フレーム単位で算出された特徴量との組合せであっても良い。

統計値としては、それぞれのブロックの特徴量の最大値、最小値、平均値が挙げられる。

このように統計値や、統計値とフレーム単位の特徴量との組合せを用いることで、画質判定の精度を上げることができる。

フレーム内特徴量 S s i は、客観評価器 224に出力される。

【0088】

フレーム内特徴量算出器 223aが算出するフレーム単位又はブロック単位のフレーム内特徴量としては、空間的な特徴量 S I でなく、画像の特徴を表す他の指標を用いてもよい。

【0089】

フレーム間特徴量算出器 223bは、デコーダ 222からの各フレームの画像データ S

10

20

30

40

50

i_d を含めた時間的に前後する 2 フレーム以上の画像データ(各フレームの画像データ S_{id} と、その前及び / 又は後の 1 以上のフレームの画像データ) S_{id} に基づき、複数フレームでの画像特徴量であるフレーム間特徴量 S_{ti} を算出する。各フレーム画像データ S_{id} とその後のフレームを使う場合には、デコーダ 222 から、「後のフレーム」のデータが出力された後に、当該フレームの特徴量の算出を行う。そのためのフレームバッファ(図示しない)がフレーム間特徴量算出部 223b に設けられている。

【0090】

算出するフレーム間特徴量 S_{ti_e} は、映像の動きのなめらかさを測る指標として用いられるとともに、伝送エラーにより重畠されるブロック状のノイズを抽出するために利用されるものであり、例えば、上記の非特許文献 1 に記載されている時間的な特徴量 T_I (Temporal Information) を用いることができる。
10

【0091】

フレーム間特徴量 S_{ti} は 1 フレーム単位で算出することとしても良く、1 フレームを各々複数画素からなるブロックに分割した単位での算出を行っても良い。

フレーム単位で算出する場合には、フレーム間特徴量 S_{ti} は、1 個の値を表すデータ S_{ti_e} ($e = 1$) から成る。ブロック単位で算出する場合には、フレーム間特徴量 S_{ti} は、1 個又は複数個の値を表すデータ S_{ti_e} ($e = 1 \sim E$ ($E = 1$)) から成る。データ S_{ti_e} は、例えばそれぞれ対応するブロックの特徴量を表すデータから成るものであっても良い。

さらに、それぞれのブロックの特徴量に基づいて得られた、1 種類以上の統計値を表すデータから成るものであっても良く、該統計値と、フレーム単位で算出された特徴量との組合せであっても良い。
20

統計値としては、それぞれのブロックの特徴量の最大値、最小値、平均値が挙げられる。

このように統計値や、統計値とフレーム単位の特徴量との組合せを用いることで、画質判定の精度を上げることができる。

フレーム間特徴量 S_{ti} は、客観評価器 224 に出力される。

【0092】

フレーム間特徴量算出器 223b が算出するフレーム単位又はブロック単位のフレーム間特徴量としては、時間的な特徴量 T_I でなく、複数フレームの画像データから算出される画像の特徴を表す他の指標を用いてもよい。
30

【0093】

客観評価器 224 は、特徴量算出器 223 から出力されるフレーム内特徴量 S_{si} 及びフレーム間特徴量 S_{ti} を基に画質を評価し、その結果として画質推定値 S_{qp} を出力する。

【0094】

客観評価器 224 は、特徴量算出器 223 において算出された画像特徴量 S_{si} 及び S_{ti} に基づき、画像データ S_{id} の品質を客観的に評価し、画質推定値 S_{qp} を生成し出力する。画像データ S_{id} の品質は予め主観評価実験により主観的な評価値を測定しても良いが、本実施の形態では、処理の対象ではない複数の静止画像又は映像に対する主観評価実験を行った結果を処理の対象である画像についての客観的な評価に反映させることで、処理の対象である画像についても主観的な評価値との相関が高い客観的な評価値を得ることとしている。
40

【0095】

画像特徴量 S_{si} 及び S_{ti} を入力として、例えば以下の式(2)により画質の判定を行い、主観的な画質を画像特徴量から推定した画質推定値 S_{qp} を導出する。式(2)では、画質推定値 S_{qp} は、フレーム内特徴量 S_{si} を構成する F 種類 ($F = 1$) 種類のフレーム内特徴量 S_{si_f} ($f = 1 \sim F$) と、フレーム間特徴量 S_{ti} を構成する G 種類 ($G = 1$) のフレーム間特徴量 S_{ti_g} ($g = 1 \sim G$) の総和により求められる。

なお、各特徴量 S_{si_f} 及び S_{ti_g} に係る係数 f 、 g 並びに定数 C は、予め実施

10

20

30

40

50

する、複数の静止画像又は映像に対する主観評価実験により導出されるものであり、これにより画質推定値 S_{qp} は、例えば 0 から 5 の値をとる。数 α_f 、 β_g 及び定数 C は、1 以上の整数である。このようにして得られる画質推定値 S_{qp} は、値が大きいほど画質が良く、値が小さいほど画質が悪いことを表す。ここで、後述する受信状態評価器 231 への画質推定値 S_{qp} の出力は 1 フレーム毎にできるが、複数のフレーム毎でもよい。後者の場合、1 フレーム毎に算出された画質推定値 S_{qp} に対して、例えば最大値や最小値、平均値等を用いる。

【0096】

【数2】

$$S_{qp} = \sum_{f=1}^F (\alpha_f \times S_{si_f}) + \sum_{g=1}^G (\beta_g \times S_{ti_g}) + C \quad (F, G \geq 1) \quad \cdots \quad (2)$$

10

【0097】

例えば、画質推定値が取り得る値の範囲が上記のように、0.0 ~ 0.5 となるように評価を行い、基準値 Q_b を例えば 3.5 と設定する。この場合、受信された画像データ I_d により表示される画像の画質が 3.5 以上となるよう符号化パラメータ S_{qs} を決定する。

なお、画質推定値 S_{qp} の取り得る値の範囲が上記した 0.0 ~ 5.0 ではなく、より広くなるように評価を行っても良い。例えば 0.0 ~ 10.0 となるようにすると、より詳細な画質の評価を行うことができ、画質の調整の程度をより精密に制御することが可能となる。

20

【0098】

受信状態評価器 231 は、伝送路評価器 211 からの、画像データの送信に利用可能なキャリアにおけるエラーの発生状況を示すデータ、即ちエラーフラグ S_{ef} 及び制御対象キャリア番号 S_{cn} と、画質評価器 221 からの画質評価結果としての画質推定値 S_{qp} とを受け、これらをまとめて受信状態情報 S_{rs} を生成し、送信器 101 に送信する。

【0099】

以下、受信器 201 における伝送のエラーの評価結果に基づく、送信器 101 における変調方式の変更及び符号化パラメータの再設定の処理についてより具体的に説明する。

30

【0100】

送信器 101 のキャリア制御器 104 は、受信状態情報 S_{rs} に含まれる制御対象キャリア番号 S_{cn} で特定されるキャリアに対して、該制御対象キャリア番号 S_{cn} に対して設定されているエラーフラグ S_{ef} の値及び当該キャリアに対して前回適用された変調方式に応じて以下の処理を行う。

【0101】

エラーフラグ S_{ef} が「1」の場合は、当該制御対象キャリア番号 S_{cn} で特定されるキャリアに対して、前回適用された変調方式に比べ、変調多値数がより少ない、従って 1 シンボル当たりの伝送情報量がより少ない変調方式を決定する。例えば前回のキャリア変調方式の設定値が 64QAM を指定するものであった場合、今回適用するキャリア変調方式は 64QAM より伝送情報量が少ない 32QAM とする。

40

【0102】

ここで、全てのキャリアにおいて、キャリア変調方式の変更による 1 シンボル当たりの伝送情報量の減少幅は一律としても良く、エラー発生指標（或いはその他の、エラーが連続して発生した回数を反映した指標）に応じて異なるものとしても良い。

【0103】

減少幅を一律にする場合には、例えば前回適用したキャリア変調方式の次に伝送情報量が少ないキャリア変調方式に決定することとしても良く、こうすることで、キャリア変調方式を変更するために複雑な回路を実装する必要がなくなり、回路規模の削減ができる。このとき、あるキャリアに前回適用したキャリア変調方式が、本 OFDM 信号送受信システムで実施可能な複数のキャリア変調方式のうち、1 シンボル当たりの伝送情報量が最も

50

少ないキャリア変調方式で、かつそのキャリアに対応するエラーフラグ S e f が「1」である場合、キャリア変調方式は変更しないこととしても良く、そのキャリアを使用せず、代わりに他のキャリアを使用することとしても良い。

【0104】

一方、伝送情報量の減少幅を異ならせる場合は、例えばエラー発生指標の値が大きいほど、そのキャリアが1シンボル当たりの伝送情報量の減少幅が大きいキャリア変調方式に決定する。例えば、前回適用したキャリア変調方式が64QAMであり、エラー発生指標 E I n が所定値 H t s (第1の閾値 H t h よりも大きな値)以下であれば、上記と同様、32QAMに変更する一方、エラー発生指標 E I n が上記の所定値 H t s よりも大きければ、32QAMよりもさらに変調多值数の少ない16QAMに変更する。この場合、画像データの送信に利用可能な全てのキャリアに対してエラー発生指標を記録しておく必要があるが、これにより伝送エラーが発生しやすいキャリアで伝送するデータに発生する誤りをより少なくできる。

【0105】

伝送エラーの頻発を示す制御対象キャリア番号 S c n で特定されるキャリアの中に、伝送エラー発生状況が不安定なものがある場合(例えば、エラーの頻発状態の発生と解消が繰り返される場合)や他のキャリアで十分な伝送量を確保できる場合に、当該キャリアを使用しないよう変更することも可能である。これにより、伝送するデータに誤りが発生する可能性を低くできる。

【0106】

エラーフラグ S e f が「0」の場合は、当該制御対象キャリア番号 S c n で特定されるキャリアに対して、前回適用された変調方式と比べて、変調多值数がより多い、従って1シンボル当たりの伝送情報量がより多い変調方式を決定する。例えば前回のキャリア変調方式の設定値が64QAMを指定するものであった場合、今回適用するキャリア変調方式は64QAMより伝送情報量が多い128QAMとする。

【0107】

ここで、全てのキャリアにおいて、キャリア変調方式の変更によって1シンボル当たりの伝送情報量の増加幅は一律としても良く、エラー発生指標(或いはその他の、エラー発生の後にエラーが連続して生じなかった回数を反映した指標)に応じて異なるものとしても良い。

【0108】

増加幅を一律にする場合には、例えば前回適用したキャリア変調方式の次に伝送情報量が多いキャリア変調方式に決定することとしても良く、こうすることで、キャリア変調方式を変更するために複雑な回路を実装する必要がなくなり、回路規模の削減ができる。このとき、あるキャリアに前回適用したキャリア変調方式が、本OFDM信号送受信システムで実施可能な複数のキャリア変調方式のうち、1シンボル当たりの伝送情報量が最も多いキャリア変調方式であり、かつそのキャリアについてのエラーフラグ S e f が「0」である場合、キャリア変調方式は変更しないこととしても良い。

【0109】

一方、伝送情報量の増加幅を異ならせる場合は、例えばエラー発生指標が小さいほど、そのキャリアが1シンボル当たりの伝送情報量の増加幅が大きいキャリア変調方式に決定する。例えば、前回適用したキャリア変調方式が64QAMであり、エラー発生指標 E I n が所定値 L t s (第2の閾値 L t h よりも小さな値)以上であれば、上記と同様、128QAMに変更する一方、エラー発生指標 E I n が上記所定値 L T s よりも小さければ、128QAMよりもさらに変調多值数の多い256QAMに変更する。この場合、画像データの送信に利用可能な全てのキャリアに対してエラー発生指標を記録しておく必要があるが、これにより伝送エラーが発生しにくいキャリアで伝送するデータの量をできるだけ多くして、伝送効率を上げることができる。

【0110】

各キャリアに適用するキャリア変調方式を決定した後、決定したキャリア変調方式を示

10

20

30

40

50

すキャリア割当情報 $S_{c,a}$ を出力するとともに、キャリア制御器 104 は伝送データ量見積値 $A_{g,i}$ を算出し、伝送データ量見積値 $A_{g,i}$ と画質推定値 $S_{q,p}$ からなる信号を生成し、エンコード制御器 105 に出力する。伝送データ量見積値 $A_{g,i}$ の初期値としては、理想的な伝送路（伝送エラーが全く発生しない伝送路）における、本OFDM信号送受信システムで伝送し得る最大のデータ量を生じさせる値が与えられる。

【0111】

なお、上記の例では、図4乃至図6(c)を参照して説明した方法で生成したエラー発生指標 $E_{I,1} \sim E_{I,N}$ に基づいて変調方式の変更が必要であるか否かの判断をしているが、本発明はこれに限定されず、要するに、エラーの発生回数などエラーの発生状況を表すデータを変調方式の変更を要求する情報として用いて、この情報に基づいて変調方式の変更を行うこととすれば良い。10

【0112】

以上の制御を行う結果、変調方式の変更により、伝送エラーの発生を少なくすることが可能である限り変調方式の変更を行い、変調多值数が最も少ない変調方式においてもなお、伝送エラーが多い場合には、これに伴い画質が劣化するので、符号パラメータをより大きな値に変化させる処理がなされる。

上記のように、伝送エラーの発生状況に基づく各キャリアの変調方式の変更、並びにキャリアの変調方式と画質評価値に基づく符号化パラメータの変更をリアルタイムで行っているので、画質を維持するとともに伝送効率を可能な限り高く保つことができる。

【0113】

以上のように、エラーフラグ $S_{e,f}$ を変調方式の変更を要求する情報として用いて、各キャリアに適用する変調方式の変更をする代わりに、各キャリアに適用するキャリア変調方式の変更を、受信状態情報 $S_{r,s}$ に含まれる画質推定値 $S_{q,p}$ に応じて行っても良い。この場合、キャリア制御器 104 には、エンコード制御器 105 と同じ画質基準値 Q_b を入力しておく（図1に点線で示す）必要がある。また、画質基準値 Q_b は、受信された画像データにより表示される画像が有することを要求される最低限の品質に対応する値に設定される。画質推定値 $S_{q,p}$ 及び画質基準値 Q_b は、値が大きいほど画質が良いことを表す。20

【0114】

例えば、受信状態情報 $S_{r,s}$ に含まれる画質推定値 $S_{q,p}$ が基準値 Q_b よりも低い場合には、すべてのキャリアにおいて一斉に、又は順次（例えば所定の順序で）送信するデータ量を減少させるようにキャリア変調方式を変更し、画質推定値 $S_{q,p}$ が基準値 Q_b 以上の場合には、すべてのキャリアにおいて一斉に、又は順次（例えば所定の順序で）送信するデータ量を増加させるようにキャリア変調方式を変更することとする。30

【0115】

この場合、エラーフラグ $S_{e,f}$ 及び制御対象キャリア番号 $S_{c,n}$ に基づく変調方式の変更（再設定）とは独立に、画質推定値 $S_{q,p}$ に基づく変調方式の変更を行っても良く、制御対象キャリア番号 $S_{c,n}$ 及びエラーフラグ $S_{e,f}$ と画質推定値 $S_{q,p}$ との組合せに基づいて変調方式の変更を行っても良い。

【0116】

なお、受信状態情報 $S_{r,s}$ に含まれる画質推定値 $S_{q,p}$ が基準値 Q_b 以上の場合、エラーフラグ $S_{e,f}$ が伝送エラーの頻発状況の解消を示していても、現状維持のため、送信するデータ量を増加させるようキャリア変調方式を変更しないこととしても良い。これにより、受信器 201 で十分に高い画質が得られている場合は、送信器 101 でキャリア変調方式を変更するための処理による遅延時間なくすことができる。40

【0117】

なおまた、図1の例では、表示器 301 がデコーダ 302 を内蔵しているが、図8に示すように、受信器 201 がデコーダ 222 を有する場合には、デコーダ 302 は表示器 301 に内蔵されていなくても良い。この場合、例えば、受信器 201 のデコーダ 222 が outputする画像データ $S_{i,d}$ を画像再生器 303 へ入力すれば良い。50

【0118】

実施の形態2.

実施の形態2に係るO F D M送受信システムの全体的構成は、図1に示すのと同じであるが、伝送路評価器211が図9のように構成されている点で異なる。

図9の伝送路評価器211は、図3の伝送路評価器211の構成と比較して、エラー発生周期予測器214を付加的に備える点が異なる。図9において、図3と同じ符号のものは、構成及び作用が実施の形態1と同様であるため、説明を省略する。

【0119】

エラー発生周期予測器214は、キャリア解析器213から出力されるエラーフラグS_{e f}及び制御対象キャリア番号S_{c n}から、画像データの送信に利用可能な全てのキャリアの各々において、所定の期間毎に1回以上エラーが発生したか否かを判定し、判定結果を、それぞれの期間に対応付けて記録する。10

この場合、各所定の期間に1回以上エラーが検出された場合にのみ、エラーが検出された期間（を代表する）時刻（例えば該期間の開始の時刻）をエラー発生時刻として記録するようにしても良い。

エラー発生時刻を示す情報はキャリアごとに得られるが、この情報も表形式のものでなくとも、配列形式のものであっても良い。

【0120】

エラー発生周期予測器214は、上記の記録から、各キャリアについてエラーの周期性の有無を判定し、エラーの発生に周期性がある場合に、その周期性を示す情報（周期性情報）S_{c e}を生成して出力する。この周期性情報には、周期の長さを表す情報と、基準となる時刻（例えば現在時刻）から、次にエラーが発生すると予想されるタイミングまでの時間差を表す情報とが含まれる。20

出力された周期情報S_{c e}は、受信状態評価器231により、受信状態情報S_{r s}の一部として送信される。

なお、受信状態情報S_{r s}に周期性情報S_{c e}を送信器101に送信するか否かを、設定により選択可能としても良い。

【0121】

キャリア制御器104では、周期性情報S_{c e}を用いて、エラーが発生すると予測される時刻及びその前後の時間帯には、当該キャリアを使用しないようキャリア割当情報S_{c a}を再設定する。30

【0122】

実施の形態1の構成であると、伝送エラーの発生からキャリア割当情報S_{c a}への反映までに遅延が生じるが、実施の形態2の構成であると、伝送エラーが生じるタイミングに先立って変調方式の変更（キャリア割当の再設定）を行うので、伝送エラーの発生を未然に防止でき、より安定した伝送を行うことができる。

【0123】

周期性情報を得るために、エラーの発生についての観測を連続的に行っても良く、断続的に行っても良い。断続的に行う場合、所定の期間（観測実行周期）毎に観測を行い、各回の観測で周期性情報が得られたら、次に観測を行うまで、得られた周期性情報を利用し続けることとしても良い。観測実行周期は上記のエラー検出周期よりも長い。各回の観測は、周期性の有無の判定、及び周期の長さ及び上記の時間差の算出に必要な情報を得るのに十分な長さとする。上記の観測を連続的に行えば、エラーの発生周期が変化した場合にも、迅速に対応することが出来る点で有利である。40

【0124】

なお、受信状態情報S_{r s}に周期性情報S_{c e}を含める代わりに、エラー発生周期予測器214は、伝送エラーが頻発しているキャリアについて予想されるエラーの頻発が予想されるタイミングに先立ち、エラーの頻発が予想されること示すフラグを、該エラーの頻発が予想されるキャリアを示す制御対象キャリア番号S_{c n}とともに、送信器101に送信することとしても良い。50

【0125】

この場合、受信器201の受信状態評価器231及び送信器101は、実施の形態1と同様の処理を行うことで、予想されるエラーの頻発に対する対応をすることができる。即ち、送信器101では、エラーの頻発を予想するフラグを、上記の値が「1」のエラーフラグS_{e f}の代わりのものとして扱い、変調多値数がより少ない変調方式への変更を行い、エラーの頻発が予想されるタイミングが過ぎたら、元の変調方式に戻す。受信状態評価器231及び送信器101の構成は実施の形態1と同様で良いので、回路規模を拡大することなく、伝送エラーの発生を未然に防止することができる。

【0126】

例えば、所定の経路を周回するバスや電車などに本発明のシステムを適用した場合、特定の場所で特定の周波数帯に雑音が存在するときは、周期性のある伝送エラーを事前に抑止できる。例えば電車の場合には、パンタグラフからのノイズによる伝送エラーに対して有効な対策となる。

10

【0127】

実施の形態3.

実施の形態3に係るOFDM送受信システムの構成を図10に示す。

図10に示されるOFDM送受信システムは、図1の送受信システムと概して同じであるが、図1の受信状態評価器231、キャリア制御器104、及びエンコード制御器105の代わりに、受信状態評価器241、キャリア制御器114及びエンコード制御器115を備える点で異なる。図10で、図1と同じ符号のものは、構成及び作用が実施の形態1と同様であるため、説明を省略する。受信状態評価器241は、図1の受信状態評価器231と同様に、無線信号送信器231aを備えていても良い。

20

【0128】

受信状態評価器241は、図1の受信状態評価器231と異なり、画質推定値S_{q p}の代わりに画質フラグS_rを受信状態情報S_{r s}の一部として出力し、キャリア制御器114は、画質推定値S_{q p}の代わりに画質フラグS_rを含む受信状態情報S_{r s}を受信して、画質推定値S_{q p}の代わりに画質フラグS_rを出力し、エンコード制御器115は、画質推定値S_{q p}の代わりに画質フラグS_rに基づいて符号化パラメータの再設定を行う。

画質フラグS_rは、キャリア制御器114又はエンコード制御器115に対して変調方式又は符号化パラメータの再設定が必要か否かを示すものであり、エラーフラグS_{e f}と同様に送信の条件の変更を要求する情報として用いられている。

30

【0129】

受信状態評価器241は、画質基準値Q_bと画質推定値S_{q p}に基づき画質フラグS_rの値を決定する。この画質基準値Q_bは、図1のシステムにおいてエンコード制御器105で用いられるものと同様のものである。

例えば、画質推定値S_{q p}が基準値Q_bよりも低ければ、画質フラグS_rの値を第1の値、例えば「1」とし、そうでなければ、画質フラグS_rの値を第2の値、例えば「0」とする。

受信状態評価器241は、伝送路評価器211からのエラーの発生状況を示すエラーフラグS_{e f}及び制御対象キャリア番号S_{c n}と、内部で生成した画質フラグS_rをまとめたものを受信状態情報S_{r s}として、送信器101に送信する。

40

【0130】

画質フラグS_rにより、エンコード制御器115における符号化パラメータS_{q s}の決定のみを制御する場合には、例えば画質フラグS_rが「1」のときは、実施の形態1において画質推定値S_{q p}が基準値Q_bよりも低い場合と同様に制御を行い、画質フラグS_rが「0」のときは、実施の形態1において画質推定値S_{q p}が基準値Q_b以上の場合と同様に制御を行うこととしても良い。

【0131】

画質フラグS_rにより、キャリア制御器114における変調方式の変更を制御する場合には、実施の形態1の变形例で説明したように、画質フラグS_rが「1」の場合には、す

50

べてのキャリアにおいて一斉に又は順次（例えば所定の順序で）変調多値数を減少させるように変調方式を変更し、画質フラグ S_r が「0」の場合には、すべてのキャリアにおいて一斉に又は順次（例えば所定の順序で）変調多値数を増加させるように変調方式を変更しても良い。

この場合、エラーフラグ S_{ef} 及び制御対象キャリア番号 S_{cn} に基づく変調方式の変更（再設定）とは独立に、画質フラグ S_r に基づく変調方式の変更を行っても良く、制御対象キャリア番号 S_{cn} 及びエラーフラグ S_{ef} と画質フラグ S_r との組合せに基づいて変調方式の変更を行っても良い。

【0132】

また、画質フラグ S_r が「0」であれば、伝送効率の向上のために、キャリア制御器 114において、新たなキャリア割当情報 S_{ca} の生成（キャリア割当情報 S_{ca} の再設定）を行い、画質フラグ S_r の値が「1」であれば、画質の向上が望まれるため、エンコード制御器 115において、新たな符号化パラメータ S_{qs} の算出（再計算）を行うこととしても良い。

この場合、キャリア制御器 114 及びエンコード制御器 115 は、画質フラグ S_r がどちらかの値を有するときにのみ、キャリア割当情報 S_{ca} の再設定又は符号化パラメータ S_{qp} の再計算を行えば良く、エラー状況が変化してから、該変化に対応するための処理を行うまでの時間を短くすることができる。

【0133】

画質フラグ S_r により、キャリア制御器 114 及びエンコード制御器 115 の一方に対してのみ再設定を要求する場合、画質フラグは 1 ビットで表現できる。

例えば、上記のように、画質フラグ S_r が「0」の場合はキャリア制御器 114 に対する再設定の要求を示し、画質フラグ S_r が「1」の場合はエンコード制御器 115 に対する再設定の要求を示すこととしても良い。

【0134】

キャリア制御器 114 は、画質フラグ S_r がキャリア制御器 104 に対する再設定を要求する値のものである場合、受信状態情報 S_{rs} に含まれるエラーフラグ S_{ef} と、制御対象キャリア番号 S_{cn} から算出可能である各キャリアの伝送可能な情報量に基づき、各キャリアの変調方式を決定し、キャリア割当情報 S_{ca} を生成する。各キャリアに適用するキャリア変調方式は、変調多値数が前回適用した変調方式の変調多値数以上となるよう決定する必要がある。キャリア変調方式を決定した後、伝送データ量見積値 Agi を算出し、受信状態情報 S_{rs} に含まれる画質フラグ S_r と、伝送データ量見積値 Agi をエンコード制御器 115 へ出力する。

【0135】

エンコード制御器 115 は、キャリア制御器 114 からの画質フラグ S_r と伝送データ量見積値 Agi に基づき、符号化パラメータ S_{qs} を一意に決定できる。エンコード制御器 115 における符号化パラメータ S_{qs} の決定の例を式(3)に示す。式(3)中の S_{qn-1} 及び S_{qs} は、値が小さいほど圧縮率が低いことを表す。

【0136】

【数3】

$$S_{qs} = \begin{cases} S_{qs_{n-1}} \times 0.8 & (Agi > Agi_{n-1} \cap Sr = 0) \\ S_{qs_{n-1}} & (Agi \leq Agi_{n-1} \cap Sr = 0) \\ S_{qs_{n-1}} \times 1.2 & Sr = 1 \end{cases} \quad \dots (3)$$

但し、 $\begin{cases} S_{qs_{n-1}}: \text{前回の符号化パラメータ} \\ Agi_{n-1}: \text{前回の伝送データ量見積値} \end{cases}$ とする

【0137】

受信状態情報 S_{rs} としてキャリア制御器 114 又はエンコード制御器 115 のどちらか一方に対する再設定の要求であることを明確に示すものを用いれば、送信器 101 は受

10

20

30

40

50

信状態情報 S_r s を解析するための計算コストを削減でき、送信器 101 は受信状態情報 S_r s を受信してからキャリア制御器 114 及びエンコード制御器 115 に適用させるまでの遅延時間を小さくできる。

【0138】

なお、キャリア制御器 114 及びエンコード制御器 115 のどちらにおいても再設定を行なう場合は、画質フラグ S_r を 2 ビットで構成してもよい。画質フラグ S_r は、画質基準値 Q_b と画質推定値 S_q p を比較するだけで一意に決定できるため、画質フラグ S_r の算出は簡単に短時間で行なうことができる。

【0139】

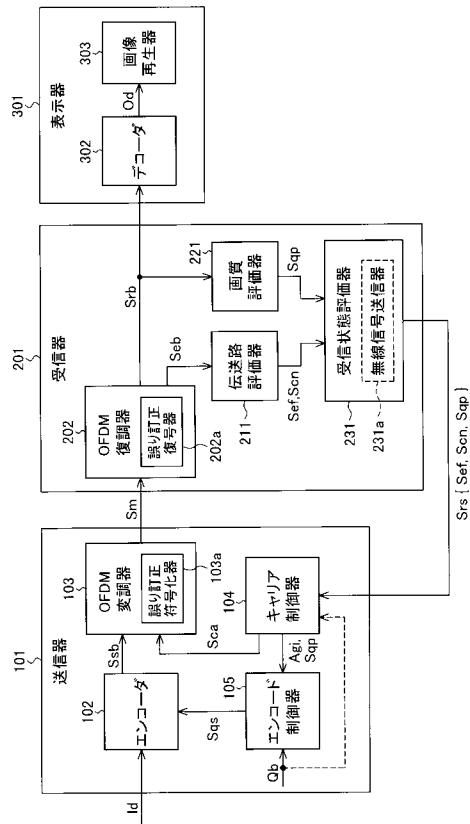
以上、画質フラグ S_r を送信条件の変更を要求する情報として用いて、キャリア制御器 114 における変調方式の変更及び／又はエンコード制御器 115 における符号化パラメータの変更を行う構成について説明したが、要するに受信器 201 の受信状態評価器 241 が各キャリアにおけるエラーの発生状況を示すデータ S_e f、S_c n と画質評価結果 S_q p に基づいて送信器 101 における送信の条件（変調方式、符号化パラメータ）の変更を要求する情報を生成し、該情報を受信器 201 から送信器 101 に送信し、送信器 101 ではこの情報に基づいてキャリア制御器 114 における変調方式の変更、及び／又はエンコード制御器 115 における符号化パラメータの変更を行う構成とすれば良い。

【符号の説明】

【0140】

101 送信器、102 エンコーダ、103 OFDM 変調器、104 キヤリア制御器、105 エンコード制御器、114 キャリア制御器、115 工シコード制御器、201 受信器、202 OFDM 復調器、211 伝送路評価器、212 誤り検出キャリア特定器、213 キャリア解析器、214 エラー発生周期予測器、221 画質評価器、222 デコーダ、223 特徴量算出器、223a フレーム内特徴量算出器、223b フレーム間特徴量算出器、224 客観評価器、231 受信状態評価器、241 受信状態評価器、301 表示器、302 デコーダ、303 画像再生器。

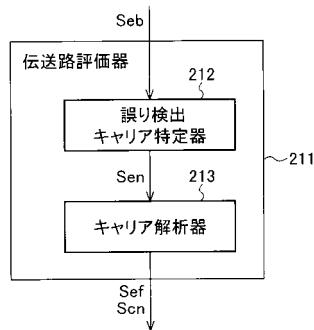
【図1】



【図2】

キャリア番号	変調方式
C1	0
C2	64QAM
C3	128QAM
C4	64QAM
C5	32QAM
C6	16QAM
C7	16QAM
C8	32QAM
C9	32QAM
CN	64QAM

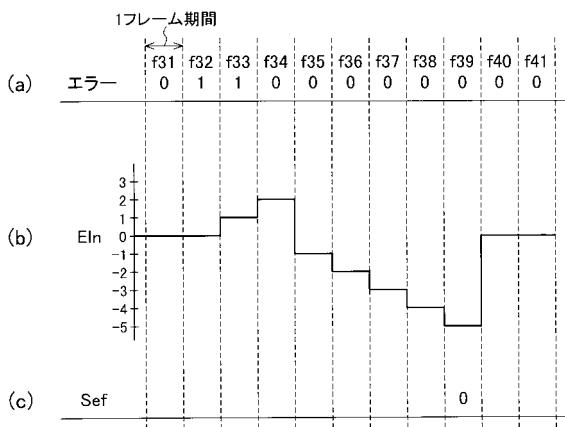
【図3】



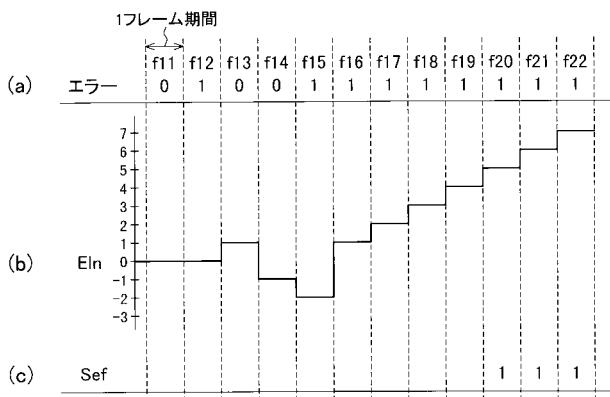
【図4】

キャリア番号 (Cn)	エラー発生指標 (Eln)
C1	2
C2	5
C3	0
C4	-1
C5	0
C6	2
C7	-3
C8	-5
C9	5
CN	0

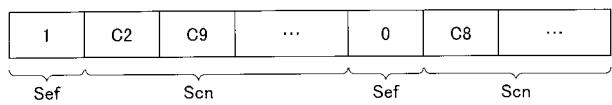
【図6】



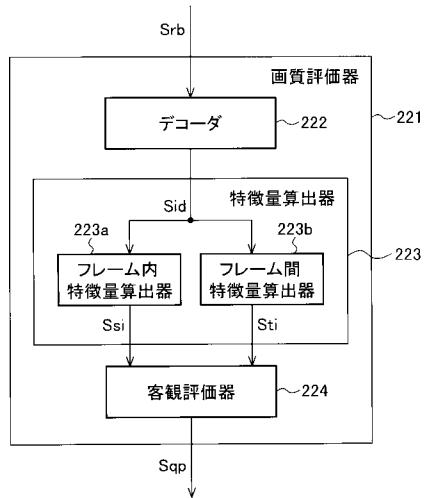
【図5】



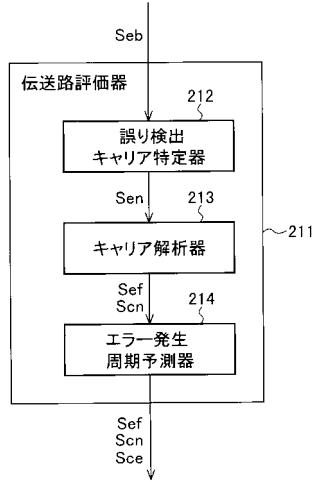
【図7】



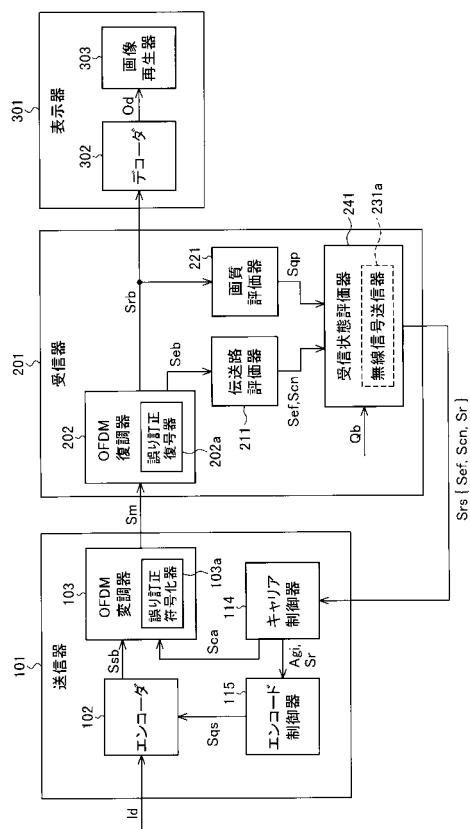
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 内藤 正博

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

F ター&ム(参考) 5C061 BB07 CC03 CC05

5C159 KK47 PP01 PP04 RF05 TA46 TC02 TC21 TC22 TD12 UA02

UA05

5K014 GA02