

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年3月24日(24.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/033568 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04L 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004691
- (22) 国際出願日: 2009年9月17日(17.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 伊達木隆(DATEKI, Takashi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: グローバル・アイピー東京特許業務法人(GLOBAL IP TOKYO); 〒1600023 東京都新宿区西新宿8丁目3番30号カーメル I I Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

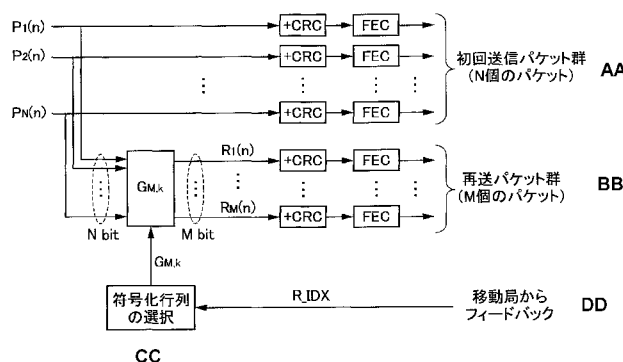
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: COMMUNICATION METHOD, COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMITTER APPARATUS AND RECEIVER APPARATUS

(54) 発明の名称: 通信方法、通信システム、送信装置、受信装置

[図2]



- AA GROUP OF INITIALLY TRANSMITTED PACKETS (N PACKETS)
- BB GROUP OF RETRANSMITTED PACKETS (M PACKETS)
- CC SELECT ENCODING MATRIX
- DD FEEDBACK FROM MOBILE STATION

(57) Abstract: Provided is a communication method for reducing the amount of information that is about success or error in receiving a plurality of packets and that is to be fed back to a first communication apparatus at a transmitting end from a second communication apparatus at a receiving end. The first communication apparatus encodes, based on information of identification received from the second communication apparatus, a plurality of packets by use of a coding method that will allow the encoded packets to be decoded by use of successfully received packets of an initial-reception time at the second communication apparatus. The first communication apparatus then retransmits the encoded packets to the second communication apparatus. The second communication apparatus uses the successfully received packets of the initial-reception time to decode the encoded packets, thereby reproducing erroneously received packets of the initial-reception time.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/033568 A1



---

複数のパケットの受信の成功又は誤りについて、受信側の第2通信装置から送信側の第1通信装置へフィードバックする情報量を低下させることができる通信方法が提供される。第1通信装置は、第2通信装置から送信された識別情報に基づいて、第2通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法で、複数のパケットを符号化し、符号化パケットを第2通信装置へ再送信する。第2通信装置は、符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生する。

## 明 細 書

**発明の名称**：通信方法、通信システム、送信装置、受信装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、パケットの受信側の通信装置からパケットの送信側の通信装置に対し、パケットの受信成功／受信誤りに関する情報をフィードバックする技術に関する。

### 背景技術

[0002] 送信装置から送信されたパケットが受信装置において誤って受信された場合に、受信装置からACK（受信成功）又はNACK（受信誤り）を送信装置へフィードバックし、送信装置から再度、受信誤りパケットを再送するパケット通信システムが知られている。例えば特許文献1では、送信装置が複数のパケットを送信し、受信装置が各パケットに対するACK／NACKを一括してフィードバックする技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開2003/028314

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した従来の通信システムでは、パケットの受信装置から送信装置へフィードバックする情報は、パケットごとのACK／NACK（1ビット）の情報である。したがって、送信装置へフィードバックする情報量は、送信対象のパケット数と同ビット数である。

[0005] ところで、3GPP (3rd Generation Partnership Project)で検討が進められているLTE (Long Term Evolution)などのセルラ通信システムでは、干渉雑音やマルチパスフェージング環境などの影響により、パケットの受信誤り率が比較的高い状態で運用される場合が多く、パケット再送の発生率が高い。また、セルラ通信システムの下りリンクでは、同一のサブフレームに多

数のユーザ（移動局）向けのデータが多重化され、その多数の移動局からのACK/NACKの情報が基地局へフィードバックされる。かかる通信システムでは、基地局へフィードバックする情報量が多いほど無線リソースが消費される。したがって、上述したフィードバック情報量を低減することが要請される。

[0006] よって、複数のパケットの受信の成功又は誤りについて、受信側の通信装置から送信側の通信装置へフィードバックする情報量を低下させることができる通信方法、通信システム、送信装置、受信装置を提供することが課題である。

### 課題を解決するための手段

[0007] 第1の観点では、第1通信装置から第2通信装置へ複数のパケットを送信するときの通信方法が提供される。第2通信装置における各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられている。

この通信方法は、第1通信装置が、第2通信装置へ複数のパケットを新規送信する第1ステップと、第2通信装置が、前記複数のパケットの新規受信時の受信結果に基づいて第1識別情報を特定し、前記第1識別情報を第1通信装置へ送信する第2ステップと、第1通信装置が、前記第1識別情報に基づいて、第2通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化し、符号化パケットを第2通信装置へ再送信する第3ステップと、第2通信装置が、前記符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生する第4ステップと、を備える。

[0008] 第2の観点では、第1通信装置と第2通信装置を備え、第1通信装置から第2通信装置へ複数のパケットが送信される通信システムが提供される。第2通信装置における各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられている。

第1通信装置は、第2通信装置へ複数のパケットを新規送信する第1送信部と、第2通信装置から前記識別情報を受信する第1受信部と、第2通信装置から受信する識別情報に基づき、第2通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化して符号化パケットを生成するパケット符号化部と、前記符号化パケットを第2通信装置へ再送信する第2送信部と、を有する。

第2通信装置は、第1通信装置から複数のパケットを新規受信する第2受信部と、前記複数のパケットの受信結果に基づいて第1識別情報を特定する情報特定部と、前記第1識別情報を第1通信装置へ送信する第3送信部と、第1通信装置から送信される前記符号化パケットを受信する第3受信部と、第1通信装置から送信される前記符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生するパケット復号部と、を有する。

[0009] 第3の観点では、受信装置へ複数のパケットを送信する送信装置が提供される。

この送信装置は、受信装置へ複数のパケットを新規送信する第1送信部と、受信装置から、受信装置における各パケットの受信結果の組合せに対応する識別情報を受信する第1受信部と、受信装置から受信する識別情報に基づき、受信装置における前記複数のパケットの新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化するパケット符号化部と、前記符号化パケットを受信装置へ再送信する第2送信部と、を備える。

[0010] 第4の観点では、送信装置から複数のパケットを受信する受信装置が提供される。この受信装置では、複数のパケットの各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられている。

この受信装置は、送信装置から複数のパケットを新規受信する第2受信部

と、前記複数のパケットの受信結果に基づいて第1識別情報を特定する情報特定部と、前記第1識別情報を送信装置へ送信する第3送信部と、前記第1識別情報に基づき、新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法で前記複数のパケットが符号化され、送信装置から送信される符号化パケット、を受信する第3受信部と、前記符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生するパケット復号部と、を備える。

### 発明の効果

[0011] 開示の通信方法、通信システム、送信装置、受信装置によれば、複数のパケットの受信の成功又は誤りについて、受信側の通信装置から送信側の通信装置へフィードバックする情報量を低下させることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]実施形態の無線通信システムを示す図。  
[図2]実施形態における符号化パケットの生成を説明するための図。  
[図3]実施形態の移動局の内部構成の要部を示すブロック図。  
[図4]実施形態の基地局の内部構成の要部を示すブロック図。  
[図5]実施形態において、誤りパターンと、各誤りパターンに対応する受信インデックスとの関係を示す図。  
[図6]受信インデックスに応じて基地局で適用される符号化方法との対応関係を示す図。  
[図7]実施形態の通信システムにおいて、基地局から移動局へ複数のパケットの送信動作を示すフロー図。  
[図8]8個の送信パケットの場合に設定される符号化行列を示す図。  
[図9]8個の送信パケットの場合に設定される符号化行列を示す図。  
[図10]フィードバック情報量が最小となる符号化方法の数を探索した結果を示す図。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下の実施形態では、本発明の一実施形態に係る通信システムとして、第

1 通信装置又は送信装置としての基地局と、第2通信装置又は受信装置としての移動局とが含まれる無線通信システムについて説明する。

[0014] (1) 実施形態の無線通信システム

図1は、本実施形態の無線通信システムを示す図である。図1に示すように、本実施形態の無線通信システムには、基地局(BS: Base Station)と、無線基地局のサービスエリア内に存在する移動局(MS: Mobile Station)とが含まれる。本実施形態では、基地局から移動局に対し、複数のパケットを送信する場合を例として説明する。

[0015] この無線通信システムでは、基地局から移動局に対して2以上の所定数のパケット(複数のパケット)単位でパケット送信が行われる。移動局は、この複数のパケットの各々に対してACK(受信成功)又はNACK(受信誤り)を判定し、基地局へフィードバックする。ここで、基地局と移動局の間では、移動局における各パケットの受信成功又は受信誤りの組合せごとに予め、識別情報が対応付けられている。この識別情報を、本実施形態の説明では「受信インデックス」と表記する。移動局は、基地局へのフィードバックを、複数のパケットの受信結果に対応する受信インデックスにより行う。

[0016] この無線通信システムでは、基地局は、移動局からフィードバックされた受信インデックスに基づいて、第2通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した符号化方法で送信対象の複数のパケットを符号化する。そして、この符号化パケットが移動局へ送信される。移動局は、基地局から与えられる符号化パケットを、新規送信時の受信成功パケットによって復号することで、新規送信時の受信誤りパケットを再生する。

[0017] (2) 符号化パケットの生成

次に、符号化パケットの生成について図2を参照して説明する。図2は、本実施形態における符号化パケットの生成を説明するための図である。

図2において、基地局から移動局に対する新規送信時の複数のパケット(N個のパケット)として $P_1, P_2, \dots, P_N$ を想定する。新規送信時には、こ

の複数のパケットに対して誤り検出のためのCRC (Cyclic Redundancy Check) コードが付加され (+CRC)、FEC (Forward Error Correction) 符号化 (FEC) が行われて移動局へ送信される。再送時には、移動局から受信インデックスR\_INDEXがフィードバックされ、この受信インデックスに応じて符号化方法が選択される。

[0018] ここで、N個のパケットの中の受信誤りパケットの数をM個としたときに、符号化方式は、 $M \times N$ の符号化行列 $G_{M,k}$ により、下記式(1)のとおり表される。なお、kは、誤り数Mが同一の複数の符号化行列 $G_{M,k}$ を識別するために順に付される番号である。

[数1]

$$\begin{pmatrix} R_1(n) \\ R_2(n) \\ \vdots \\ R_M(n) \end{pmatrix} = G_{M,k} \begin{pmatrix} P_1(n) \\ P_2(n) \\ \vdots \\ P_N(n) \end{pmatrix} \pmod{2} \quad \cdots (1)$$

式(1)において、 $P_1(n)$ 、 $P_2(n)$ 、 $\cdots$ 、 $P_N(n)$ が、N個のパケット $P_1$ 、 $P_2$ 、 $\cdots$ 、 $P_N$ から、それぞれのn番目のビットを順に1ビットずつ抽出したものとする。そして、抽出した計Nビットに対して $M \times N$ の符号化行列 $G_{M,k}$ を掛けることにより、N個のビット $R_1(n)$ 、 $R_2(n)$ 、 $\cdots$ 、 $R_N(n)$ が得られる。この行列演算を、N個のパケットの各ビットについてすべて行うことによりM個の再送パケット(符号化パケット)が生成される。上記数式(1)において演算は、全てmod2で行う。

[0019] (3) 基地局及び移動局の構成

次に、本実施形態の無線通信システムにおける基地局(送信装置)及び移動局(受信装置)の構成について、図3及び図4を参照して説明する。図3は、移動局の内部構成の要部を示すブロック図である。図4は、基地局の内部構成の要部を示すブロック図である。

[0020] ・移動局(受信装置)の構成

図3に示すように、移動局は、受信機31、信号分離部32、FEC復号

部 3 3、パケット復号部 3 4、誤り検出部 3 5、バッファ 3 6、再送制御部 3 7、制御信号生成部 3 8、送信機 3 9 を備える。

[0021] 信号分離部 3 2 は、受信機 3 1 により得られたベースバンド信号から、データ信号、制御信号を分離する。例えば OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple) 通信方式を採る場合には、この信号分離部 3 2 において FFT 処理により各サブキャリアのシンボル列が生成される。そして、所定のサブキャリアに挿入されているデータ信号、制御信号を分離することが行われる。

信号分離部 3 2 により得られたデータ信号は、復調された後、FEC 復号部 3 3 へ出力される。信号分離部 3 2 により得られた制御信号は、復調された後、再送制御部 3 7 へ出力される。

[0022] FEC 復号部 3 3 は、基地局で行われる誤り訂正符号化に対応した復号化方法により、信号分離部 3 2 からのデータ信号をパケット単位で順次、復号化を施す。

誤り検出部 3 5 は、パケットに付加されている CRC ビットを用いて、誤り検出を行う。誤り検出部 3 5 では、誤り検出結果として、パケット単位での ACK 信号（受信成功）又は NACK 信号（受信誤り）を再送制御部 3 7 へ出力する。受信成功パケットは、上位のレイヤーへ出力されるとともに、バッファ 3 6 に格納される。

[0023] パケット復号部 3 4 は、再送制御部 3 7 による制御の下、パケット再送時に基地局から送信される符号化パケットを、バッファ 3 6 内の受信成功パケットにより復号する。この復号処理については、後に詳しく説明する。

[0024] 再送制御部 3 7 は、受信された制御信号に基づき、受信したパケットが、初めて受信するパケット（基地局からの新規送信時のパケット）であるのか、再送時の符号化パケットであるのかを判別する。そして、再送制御部 3 7 は、受信したパケットが符号化パケットである場合に、パケット復号部 3 4 を制御する。

また、この無線通信システムにおいて、移動局と基地局との間では、複数

のパケットの各々の受信成功又は受信誤りの組合せごとに予め固有の受信インデックス（識別情報）が対応付けられている。そして、再送制御部 37 は、誤り検出部 35 における各パケットの誤り検出結果に基づいて受信インデックスを特定する。この受信インデックス R\_I D X は、制御信号生成部 38 により制御信号に多重化され、送信機 39 により基地局へ送信される。

[0025] ・基地局（送信装置）の構成

図 4 に示すように、受信機 11、制御信号抽出部 12、再送制御部 13、バッファ 14、CRC 付与部 15、FEC 符号化部 16、信号多重化部 17、送信機 18 を備える。

[0026] 受信機 11 は、受信した RF 信号をデジタルベースバンド信号に変換する。制御信号抽出部 12 は、このベースバンド信号に対し、所定の信号分離処理及び復調・復号処理を行うことで制御信号を抽出する。この制御信号には、移動局へ送信した複数のパケットの受信結果に対応する受信インデックスが含まれている。制御信号抽出部 12 は、この受信インデックス R\_I D X を再送制御部 13 へ出力する。

[0027] 移動局への送信対象となる複数のパケットは、新規送信に先立って、再送制御のためにバッファ 14 に格納される。

再送制御部 13 は、パケット再送時に、制御信号抽出部 12 からの受信インデックスに基づいて、複数設けられる符号化方法の中のいずれかを選択する。さらに、再送制御部 13 は、選択した符号化方法に従い、バッファ 14 内の複数のパケットから符号化パケットを生成する。このとき、再送制御部 13 は、バッファ 14 内の送信対象の複数のパケットの内、移動局における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した符号化方法で送信対象の複数のパケットを符号化する。この符号化処理については、後に詳しく説明する。

[0028] CRC 付与部 15 は、新規に入力するパケット、又は再送制御部 13 からの符号化パケットに対して誤り検出のための CRC ビットを付与する。FEC 符号化部 16 は、CRC ビットが付与された各パケットに対して、移動局

との間で予め規定された、誤り訂正のための符号化を行う。

[0029] 信号多重化部 17 は、FEC 符号化部 16 からのデータ信号（パケット）と、制御信号とを多重化して、送信すべきベースバンド信号を生成する。例えば OFDMA 通信方式を採る場合には、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 処理による各サブキャリアの信号の時間領域信号への変換が行われる。送信機 18 は、信号多重化部 17 からのベースバンド信号を、ベースバンド周波数から無線周波数へアップコンバート等した後に、アンテナから空間へ放射する。

[0030] (4) 再送時のパケット符号化処理と復号処理の具体例

次に、再送時のパケットの符号化処理と復号処理に関し、送信対象のパケット数が 4 である場合を例に、図 5 及び図 6 を参照して具体的に説明する。図 5 は、4 個のパケットで想定される複数の誤りパターン（組合せ）と、各誤りパターンに対応する受信インデックス  $R\_IDX$  との関係を示す図である。図 6 は、受信インデックス  $R\_IDX$  に応じて基地局で適用される符号化方法（符号化行列）との対応関係を示す図である。

なお、以下で説明する演算は、すべてビット演算（MOD 2 演算）である。

[0031] 図 5 に示すように、基地局からの 4 個のパケット  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  に対して、移動局での受信状態（ACK 又は NACK）は 16 通り（誤りパターン 0 ~ 15）が想定される。移動局では、この 16 個の誤りパターンの各々に対して、図 5 に示すように予め受信インデックス  $R\_IDX$  が対応付けられている。

ここで再度図 3 を参照すると、移動局の再送制御部 37 は、誤り検出部 35 から与えられる各パケットの受信状態（ACK 又は NACK）に基づいて、図 5 に示す対応関係を参照して受信インデックス  $R\_IDX$  を決定し、受信インデックスを基地局へフィードバックする。

[0032] 図 6 に示す、受信インデックス  $R\_IDX$  と符号化行列との対応関係は、予め基地局において既知の情報である。ここで、再度図 2 を参照すると、基

地局の再送制御部 13（図 4 参照）は、移動局からフィードバックされる受信インデックス  $R\_IDX$  に基づいて、再送時の符号化方法（符号化行列）を選択し、符号化パケットを生成する。ここでは、 $N=4$  であり、符号化行列  $G_{M,k}$  として  $M \times 4$ （ $M$ ：誤り数）の行列が設定されている。生成される符号化パケットの数は、受信誤りパケットの数と同数である。

[0033] (4-1) 誤り数が「0」の場合

この場合、移動局から基地局に対して受信インデックス  $R\_IDX$  として「0」がフィードバックされる。これにより、基地局は、すべてのパケットが受信成功であることを認識し、パケットの再送を行わない。

[0034] (4-2) 誤り数が「1」の場合

このとき、図 5 に示すように、4 個のパケットの内いずれのパケットが受信誤りであった場合でも、移動局から基地局に対し、受信インデックス  $R\_IDX$  として「1」がフィードバックされる。そして、図 6 に示すように、基地局は、フィードバックされた受信インデックスに対応する符号化行列  $G_{1,0}$  を選択して、符号化パケットを生成する。

具体的には、選択される符号化行列  $G_{1,0}$  は、以下の式 (2) に示すものであるため、符号化パケットを  $R_1$  とすると、 $R_1$  は式 (3) に示すとおりとなる。この 1 個の符号化パケット  $R_1$  が再送パケットとして移動局へ送信される。ここで  $R_1$  や  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  などは、数式 (1) と同様に  $n$  番目のビットを表すが、以下の説明では全てのビットで同様の処理として説明するため、因数の  $n$  を省略して記載する。

[0035] [数2]

$$G_{1,0} = (1 \ 1 \ 1 \ 1) \cdots \quad (2)$$

[数3]

$$R_1 = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \cdots \quad (3)$$

[0036] 移動局では、受信成功パケット（3 個のパケット）が既知であるため、符号化パケット  $R_1$  を受信すると、符号化パケット  $R_1$  から 3 個の受信成功パケ

ットをキャンセル（減算）する。なお、前述したように本実施形態では全て演算をmod2で行うため、キャンセルは、減算でなく加算としても同じである。これにより、移動局では、新規送信時に受信誤りパケットであったものが正しく再生（復号）される。例えば、パケット $P_4$ が受信誤りパケットであったとしたならば、以下式（4）の演算を行うことにより、パケット $P_4$ が再生される。

[数4]

$$R_1 - P_1 - P_2 - P_3 = P_4 \quad \dots (4)$$

[0037] 符号化パケット $R_1$ は、すべてのパケット $P_1, P_2, P_3, P_4$ の和となっているため、新規送信時の受信誤りパケットがどのパケットであったとしても、符号化パケット $R_1$ から3個の受信成功パケットをキャンセルすることで受信誤りパケットが正しく再生される点は同じである。

[0038] ここで注目すべき点は、誤り数が「1」である4個の誤りパターンに対して、基地局へフィードバックされる受信インデックスがすべて同一の値（「1」）であるという点である。すなわち、移動局から基地局に対して、4個のパケットの内、いずれのパケットが受信誤りパケットであるかについての情報は送信されない。よって、すべてのパケットの受信状態（ACK/NACK）をフィードバックするシステム（4ビットが必要）と比較して、本実施形態のシステムでは、フィードバック情報量が低減することになる。

[0039] （4-3）誤り数が「2」の場合

この場合、移動局から基地局に対し、受信インデックス $R\_IDX$ として「2」又は「3」がフィードバックされる。そして、基地局は、フィードバックされた受信インデックスに対応する符号化行列 $G_{2,0}$ 又は $G_{2,1}$ を選択して、符号化パケットを生成する。

[0040] ・誤りパターン「5」（NACK, NACK, ACK, ACK）

誤りパターンが「5」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へフィードバックされる受信インデックス $R\_IDX$ は「2」であり、基地局では符号化行列 $G_{2,0}$ が選択される。このとき、移動局へ再送される2個の符

号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  は、式 (5) に示すとおりとなる。

[0041] [数5]

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} = G_{2,0} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (5)$$

[0042] 移動局では、受信成功パケット (2個のパケット  $P_3$ ,  $P_4$ ) が既知であるため、符号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  を受信すると、この符号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  から2個の受信成功パケットをキャンセル (減算) する。これにより、式 (6) に示すように、キャンセル後の符号化パケット  $R_1'$ ,  $R_2'$  が得られる。

[0043] [数6]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

[0044] 式 (6) から、パケット  $P_1$  が符号化パケット  $R_2'$  として得られ、また、パケット  $P_2$  が符号化パケット  $R_1'$  からパケット  $P_1$  (すなわち、 $R_2'$ ) を減算することで得られることが分かる。換言すれば、式 (6) の右辺における行列が逆行列を有するため、 $R_1'$ ,  $R_2'$  から  $P_1$ ,  $P_2$  が算出される。

[0045] ・誤りパターン「7」(NACK, ACK, ACK, NACK)

誤りパターンが「7」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へフィードバックされる受信インデックス  $R\_IDX$  は「2」であり、基地局では符号化行列  $G_{2,0}$  が選択される。このとき、2個の符号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  (式 (5)) から既知の受信成功パケット (2個のパケット  $P_2$ ,  $P_3$ ) をキャンセルすると、式 (7) に示すように、キャンセル後の符号化パケット  $R_1'$ ,  $R_2'$  が得られる。

[0046] [数7]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

この場合も、誤りパターン「5」の場合と同様にして、パケット  $P_1$ ,  $P_4$  が再生(復号)される。

[0047] ・誤りパターン「8」(ACK, NACK, NACK, ACK)

誤りパターンが「8」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へフィードバックされる受信インデックス  $R\_IDX$  は「2」であり、基地局では符号化行列  $G_{2,0}$  が選択される。このとき、2個の符号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  (式(5)) から既知の受信成功パケット(2個のパケット  $P_1$ ,  $P_4$ ) をキャンセルすると、式(8)に示すように、キャンセル後の符号化パケット  $R_1'$ ,  $R_2'$  が得られる。

[0048] [数8]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_3 \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

この場合も、誤りパターン「5」の場合と同様にして、パケット  $P_2$ ,  $P_3$  が再生(復号)される。

[0049] ・誤りパターン「10」(ACK, ACK, NACK, NACK)

誤りパターンが「10」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へフィードバックされる受信インデックス  $R\_IDX$  は「2」であり、基地局では符号化行列  $G_{2,0}$  が選択される。このとき、2個の符号化パケット  $R_1$ ,  $R_2$  (式(5)) から既知の受信成功パケット(2個のパケット  $P_1$ ,  $P_2$ ) をキャンセルすると、式(9)に示すように、キャンセル後の符号化パケット  $R_1'$ ,  $R_2'$  が得られる。

[0050] [数9]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

この場合も、誤りパターン「5」の場合と同様にして、パケット  $P_3$ ,  $P_4$  が再生(復号)される。

[0051] ・誤りパターン「6」(NACK, ACK, NACK, ACK)

誤りパターンが「6」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へ

フィードバックされる受信インデックス  $R\_IDX$  は「3」であり、基地局では符号化行列  $G_{2,1}$  が選択される。このとき、移動局へ再送される2個の符号化パケット  $R_1, R_2$  は、式(10)のとおりとなる。

[0052] [数10]

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} = G_{2,1} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (10)$$

[0053] 移動局では、受信成功パケット(2個のパケット  $P_2, P_4$ ) が既知であるため、符号化パケット  $R_1, R_2$  を受信すると、この符号化パケット  $R_1, R_2$  から2個の受信成功パケットをキャンセル(減算)する。これにより、式(11)に示すように、キャンセル後の符号化パケット  $R_1', R_2'$  が得られる。式(11)から受信誤りパケット  $P_1, P_3$  が再生(復号)される点は、誤りパターン「5」の場合と同様である。

[0054] [数11]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_3 \end{pmatrix} \quad \dots (11)$$

[0055] ここで、誤りパターン「6」の場合において、誤りパターン「5」, 「7」, 「8」, 「10」の場合とは別の符号化行列  $G_{2,1}$  (すなわち、別の受信インデックス) が選択される理由について説明する。

誤りパターン「6」の場合において、仮に、符号化行列を  $G_{2,1}$  でなく  $G_{2,0}$  を選択したとすれば、式(5)に基づき符号化パケット  $R_1', R_2'$  は以下の式(12)のとおりとなる。この式(12)から明らかなように、仮に符号化行列  $G_{2,1}$  を選択したとすれば、パケット  $P_1, P_3$  を一意に定めることができない。これは、式(12)の右辺における行列が逆行列を有さないためである。よって、誤りパターン「6」の場合には、符号化パケットから受信成功パケットをキャンセルした後に得られる行列が逆行列を持つように、 $G_{2,0}$  とは別の符号化行列  $G_{2,1}$  が設定されている。

[0056] [数12]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_3 \end{pmatrix} \quad \dots (12)$$

[0057] ・誤りパターン「9」(ACK, NACK, ACK, NACK)

誤りパターンが「9」である場合、図5及び図6に示すように、基地局へフィードバックされる受信インデックスR\_INDEXは「3」であり、基地局では符号化行列G<sub>2,1</sub>が選択される。このとき、2個の符号化パケットR<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>(式(10))から既知の受信成功パケット(2個のパケットP<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>)をキャンセルすると、式(13)に示すように、キャンセル後の符号化パケットR'<sub>1</sub>, R'<sub>2</sub>が得られる。式(13)からパケットP<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>が再生(復号)される。

[0058] [数13]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

[0059] 以上、誤り数が「2」の場合についての符号化処理及び復号処理について説明してきた。誤り数が「2」の場合、2×4の符号化行列(第1行列)は、符号化行列を2×2(「2」は誤り数)の正方行列(第2行列)に縮退させたときに、この正方行列が逆行列を有するようにして設定される。この正方行列は、符号化パケットから受信成功パケットをキャンセルした後に得られる行列であり、誤り数が「2」の場合には、以下の式(14)又は(15)(i, j = 1~4)のいずれかになる。

[0060] [数14]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_i \\ P_j \end{pmatrix} \quad \dots (14)$$

[数15]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_i \\ P_j \end{pmatrix} \quad \dots (15)$$

[0061] 本実施形態では、誤り数が「2」である6個の誤りパターンに対して、基

地局へフィードバックされる受信インデックス（「2」又は「3」）が2通りに過ぎない。よって、すべてのパケットの受信状態（ACK/NACK）をフィードバックするシステム（4ビットが必要）と比較して、本実施形態のシステムでは、フィードバック情報量が低減することになる。

[0062] （4-4）誤り数が「3」の場合

この場合、図5及び図6に示すように、移動局から基地局に対し、受信インデックスR\_IDXとして「4」がフィードバックされる。そして、基地局は、フィードバックされた受信インデックスに対応する符号化行列 $G_{3,0}$ を選択して、誤り数と同数の3個の符号化パケットを生成する。この符号化パケットは、以下の式（16）のとおりである。

[0063] [数16]

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \dots (16)$$

[0064] ・誤りパターン「11」（NACK, NACK, NACK, ACK）

誤りパターンが「11」である場合、基地局から送信される符号化パケットから1個の受信成功パケット $P_4$ をキャンセル（減算）すると、キャンセル後の符号化パケット $R_1'$ ,  $R_2'$ ,  $R_3'$ は、式（17）のとおりとなる。式（17）の右辺に示す行列の行列式(determinant)は、式（18）のとおり「0」ではない。よって、式（17）からパケット $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ が再生（復号）されうる。

[0065] [数17]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \\ R_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{pmatrix} \quad \dots (17)$$

[数18]

$$\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = 1 \quad \cdots (18)$$

[0066] ・誤りパターン「12」(NACK, NACK, ACK, NACK)

誤りパターンが「12」である場合、基地局から送信される符号化パケットから1個の受信成功パケット $P_3$ をキャンセル(減算)すると、キャンセル後の符号化パケット $R_1'$ ,  $R_2'$ ,  $R_3'$ は、式(19)のとおりとなる。式(19)の右辺に示す行列の行列式(determinant)は、式(20)のとおり「0」ではない。よって、式(19)からパケット $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_4$ が再生(復号)されうる。

[0067] [数19]

$$\begin{pmatrix} R_1' \\ R_2' \\ R_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \cdots (19)$$

[数20]

$$\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = 1 \quad \cdots (20)$$

[0068] ・誤りパターン「13」(NACK, ACK, NACK, NACK)

誤りパターンが「13」である場合、基地局から送信される符号化パケットから1個の受信成功パケット $P_2$ をキャンセル(減算)すると、キャンセル後の符号化パケット $R_1'$ ,  $R_2'$ ,  $R_3'$ は、式(21)のとおりとなる。式(21)の右辺に示す行列の行列式(determinant)は、式(22)のとおり「0」ではない。よって、式(21)からパケット $P_1$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ が再生(復号)されうる。

[0069]

[数21]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \\ R'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \cdots (21)$$

[数22]

$$\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = 1 \quad \cdots (22)$$

[0070] ・ 誤りパターン「14」(ACK, NACK, NACK, NACK)

誤りパターンが「14」である場合、基地局から送信される符号化パケットから1個の受信成功パケット $P_1$ をキャンセル(減算)すると、キャンセル後の符号化パケット $R'_1$ ,  $R'_2$ ,  $R'_3$ は、式(23)のとおりとなる。式(23)に示す行列の行列式(determinant)は、式(24)のとおり「0」ではない。よって、式(23)からパケット $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ が再生(復号)される。

[0071] [数23]

$$\begin{pmatrix} R'_1 \\ R'_2 \\ R'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{pmatrix} \quad \cdots (23)$$

[数24]

$$\det \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = 1 \quad \cdots (24)$$

[0072] 本実施形態では、誤り数が「3」である4個の誤りパターンに対して、基地局へフィードバックされる受信インデックス(「4」)が1通りに過ぎない。よって、すべてのパケットの受信状態(ACK/NACK)をフィードバックするシステム(4ビットが必要)と比較して、本実施形態のシステムでは、フィードバック情報量が低減することになる。

[0073] (4-5) 誤り数が「4」の場合

この場合、図5及び図6に示すように、移動局から基地局に対し、受信インデックス $R\_IDX$ として「5」がフィードバックされる。そして、基地局は、フィードバックされた受信インデックスに対応する符号化行列 $G_{4,0}$ を選択する。この符号化行列 $G_{4,0}$ は $4 \times 4$ の単位行列であって、4個の packets  $P_1 \sim P_4$ をすべて再送することと等価である。

[0074] (5) 基地局から移動局へ複数のパケットを送信するときの動作

次に、基地局から移動局へ複数のパケットを送信するときの動作について、図7を参照して説明する。図7は、基地局から移動局へ複数のパケットの送信動作を示すフロー図である。なお、この動作説明では、適宜、図3及び図4に示す各部位が参照される。

[0075] 先ず、基地局から移動局に対して $N$ 個のパケットが送信される（ステップS10）。移動局では、誤り検出部35により各パケットの誤り検出が行われ（ステップS12）、その誤り検出結果が再送制御部37へ出力される。移動局の再送制御部37は、各パケットの誤り検出結果（ACK/NACK）に基づいて、受信インデックス $R\_IDX$ を特定する（ステップS14）。なお、各パケットの誤り検出結果（ACK/NACK）（すなわち、誤りパターン）と受信インデックスとは、基地局において予め対応付けられている。

[0076] 移動局は、特定した受信インデックスを基地局へ送信する（ステップS16）。基地局では、再送制御部13において、受信インデックスと符号化方法（符号化行列）との対応関係が予め定義されている。よって、基地局の再送制御部13は、ステップS16で送信されてきた受信インデックスに基づいて符号化方法を決定し、符号化を実行する（ステップS18）。具体的には、基地局の再送制御部13は、 $N$ 個の送信パケットに対し、決定した $M \times N$ （ $M$ ：誤り数）の符号化行列をビット単位で乗算し、 $M$ 個の符号化パケットを生成する。この $M$ 個の符号化パケットが移動局へ送信される（ステップS20）。

[0077] 移動局では、 $M$ 個の符号化パケットを受信する。さらに、移動局は、この

符号化パケットを復号することにより、ステップS 1 2における受信誤りパケットを再生する（ステップS 2 2）。具体的には、移動局のパケット復号部3 4が、符号化パケットから、ステップS 1 2における受信成功パケットをキャンセル（ビットレベルの減算）することで受信誤りパケットが再生される。この復号処理は、 $N = 4$ の場合を例として説明したとおりである。

[0078] （6）任意のパケット数に対する符号化行列の設定方法

上記（4）では、再送時のパケットの符号化処理と復号処理に関し、送信対象のパケット数が4である場合を例にして具体的に説明したが、任意のパケット数に対して適切に符号化行列を設定することができる。以下では、簡便な方法で、任意のパケット数に対する符号化行列の設定方法について説明する。

この設定方法では、送信対象のパケット数を $N$ としたときに、 $N$ 個のパケットの内の受信誤り数 $M$ （ $M : 1 \sim N - 1$ ）の各々に対する符号化行列を、以下のステップに従って順に算出していく。

[0079] ・ステップA

特定の誤り数 $M$ に対する $M \times N$ の符号化行列の成分を0又は1の乱数により生成し、符号化行列を生成する。

・ステップB

$N$ 個のパケットのうち $M$ 個の受信誤りが生ずる場合、誤りパターンは ${}_N C_M$ 個存在する。この ${}_N C_M$ 個の誤りパターンの各々に対し、ステップ1で生成した符号化行列に基づく符号化パケット（再送パケット）から受信誤りパケットが再生（復号）可能かを確認する。

具体的には、ステップ1で生成した符号化行列の列のうち、符号化処理において受信誤りパケットに乘算される係数列に対応する列を $M$ 個残した縮退行列（ $M \times M$ の正方行列）を生成する。この縮退行列の行列式が0でない場合には、その誤りパターンに対する再送パケットから受信誤りパケットを再生（復号）することが可能である。

・ステップC

$N C_M$ 個の誤りパターンの内、ステップ2で再生できない受信誤りパッケージがP個存在した場合、乱数により新たな符号化行列を生成し、そのP個の受信誤りパッケージに対して、再生可能な誤りパターンと再生不可能な誤りパターンとに分類する。

$N C_M$ 個のすべての誤りパターンについて再生可能となるまで、乱数により新たな符号化行列を生成する。すなわち、 $N C_M$ 個のすべての誤りパターンについて再生可能となるまで、符号化行列の数を増加させていく。

[0080] 上記ステップA～Cの処理を、各々の誤り数Mに対して順に行うことで、すべての誤り数Mに対する符号化行列が得られる。上記設定方法に従い、例えばN=8の場合に得られた符号化行列を図8及び図9に示す。図8は、8個の送信パッケージの内、誤り数Mが1～4までの符号化行列を示し、図9は、8個の送信パッケージの内、誤り数Mが5～8までの符号化行列を示す。

[0081] また、乱数を変更しながら符号化行列を上記のステップに従って、例えば10,000,000回程度試行していくことで、送信対象のパッケージ数Nに対して、符号化行列の数が最小となるような符号化方法（すなわち、フィードバック情報量が最小となる符号化方法）を探索することができる。図10は、パッケージ数N=1～11を送信する場合に、上記設定方法に従って、フィードバック情報量が最小となる符号化方法の数を探索した結果を示している。

[0082] 図10において、例えばN=11の場合、本実施形態の通信方法で必要とする符号化行列は45個であり、各符号化行列に対して受信インデックスが対応付けられるため、フィードバック情報量（受信インデックスを表現可能なビット数）は6ビットとなる。一方、図10には、複数のパッケージの各々の受信状態（ACK/NACK）（1ビット）をフィードバックする従来の方法でのフィードバック情報量についても比較のために記載してある。この従来の方法では、N=11の場合には11ビットが必要であったため、本実施形態の通信方法では大幅にフィードバック情報量が低減できていることが分かる。

[0083] 以上説明したように、本実施形態の通信システム、通信方法では、基地局

から送信される複数のパケットに対し、移動局における各パケットの受信結果の組合せごとに予め識別情報（受信インデックス）が対応付けられている。この識別情報が基地局へフィードバックされる。そして、移動局において新規送信時の受信成功パケットが既知であることに着目し、基地局から再送されるパケットを、移動局における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法で、送信対象の複数のパケットを符号化したもの（符号化パケット）とした。移動局は、符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生する。

ここで、符号化方法を適切に設定すれば、送信対象のパケット数よりも上記識別情報（受信インデックス）の数（すなわち、符号化方法の数）を少なくでき、基地局へのフィードバック情報量が低減されることは既に述べたとおりである。

[0084] 以上、本発明の実施形態について詳述してきたが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのは勿論である。

### 符号の説明

[0085] BS…基地局（第1通信装置、送信装置）、11…受信機、12…制御信号抽出部、13…再送制御部、14…バッファ、15…CRC付与部、16…FEC符号化部、17…信号多重部、18…送信機

MS…移動局（第2通信装置、受信装置）、31…受信機、32…信号分離部、33…FEC復号部、34…パケット復号部、35…誤り検出部、36…バッファ、37…再送制御部、38…制御信号生成部、39…送信機

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1通信装置から第2通信装置へ複数のパケットを送信するときの通信方法であって、
- 第2通信装置における各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられており、
- 前記通信方法は、
- 第1通信装置が、第2通信装置へ複数のパケットを新規送信する第1ステップと、
- 第2通信装置が、前記複数のパケットの新規受信時の受信結果に基づいて第1識別情報を特定し、前記第1識別情報を第1通信装置へ送信する第2ステップと、
- 第1通信装置が、前記第1識別情報に基づいて、第2通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化し、符号化パケットを第2通信装置へ再送信する第3ステップと、
- 第2通信装置が、前記符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生する第4ステップと、
- を備えた通信方法。
- [請求項2] 前記符号化パケットの数は、第2通信装置における新規受信時の受信誤りパケットの数と同一であって、
- 前記第3ステップは、
- 第1通信装置が、前記複数のパケットの内の単一のパケットにより、又は2以上のパケットをビット単位で加算して1個の符号化パケットを生成するとともに、前記複数のパケットの各々がいずれかの符号化パケットとなる、又はいずれかの符号化パケットを生成するときの加算対象となるようにすべての符号化パケットを生成する、

請求項 1 に記載された通信方法。

[請求項3]

前記第 4 ステップは、

第 2 通信装置が、前記符号化パケットから新規受信時の受信成功パケットをビット単位で減算することにより、前記符号化パケットを復号するステップを含む、

請求項 2 に記載された通信方法。

[請求項4]

第 1 通信装置と第 2 通信装置を備え、第 1 通信装置から第 2 通信装置へ複数のパケットが送信される通信システムであって、

第 2 通信装置における各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられており、

第 1 通信装置は、

第 2 通信装置へ複数のパケットを新規送信する第 1 送信部と、

第 2 通信装置から前記識別情報を受信する第 1 受信部と、

第 2 通信装置から受信する識別情報に基づき、第 2 通信装置における新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化して符号化パケットを生成するパケット符号化部と、

前記符号化パケットを第 2 通信装置へ再送信する第 2 送信部と、を有し、

第 2 通信装置は、

第 1 通信装置から複数のパケットを新規受信する第 2 受信部と、

前記複数のパケットの受信結果に基づいて第 1 識別情報を特定する情報特定部と、

前記第 1 識別情報を第 1 通信装置へ送信する第 3 送信部と、

第 1 通信装置から送信される前記符号化パケットを受信する第 3 受信部と、

第 1 通信装置から送信される前記符号化パケットを新規受信時の

受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生するパケット復号部と、を有する、

通信システム。

[請求項5] 前記符号化パケットの数は、第2通信装置における新規受信時の受信誤りパケットの数と同一であって、

前記パケット符号化部は、前記複数のパケットの内の単一のパケットにより、又は2以上のパケットをビット単位で加算して1個の符号化パケットを生成するとともに、前記複数のパケットの各々がいずれかの符号化パケットとなる、又はいずれかの符号化パケットを生成するときの加算対象となるようにすべての符号化パケットを生成する、

請求項4に記載された通信システム。

[請求項6] 前記パケット復号部は、前記符号化パケットから新規受信時の受信成功パケットをビット単位で減算することにより、前記符号化パケットを復号する

請求項5に記載された通信システム。

[請求項7] 前記複数のパケットの数をN個（N：2以上の整数）、前記複数のパケットの第2通信装置における新規受信時の受信誤りパケットの数をM個（M：2以上の整数）とし、M個の符号化パケットのビット列を、N個の複数のパケットのビット列に対する $M \times N$ の第1行列（成分が0又は1である。）で表したときに、

前記第1行列は、第1行列を $M \times M$ の第2行列に縮退させたときに前記第2行列が逆行列を有するようにして、設定される、

請求項5又は6に記載された通信システム。

[請求項8] 受信装置へ複数のパケットを送信する送信装置であって、

受信装置へ複数のパケットを新規送信する第1送信部と、

受信装置から、受信装置における各パケットの受信結果の組合せに対応する識別情報を受信する第1受信部と、

受信装置から受信する識別情報に基づき、受信装置における前記複

数のパケットの新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法を決定し、決定した前記符号化方法で前記複数のパケットを符号化するパケット符号化部と、

前記符号化パケットを受信装置へ再送信する第2送信部と、  
を備えた、送信装置。

[請求項9]

送信装置から複数のパケットを受信する受信装置であって、前記複数のパケットの各パケットの受信結果の組合せごとに予め、前記複数のパケットの数より少ない数の識別情報が対応付けられており、

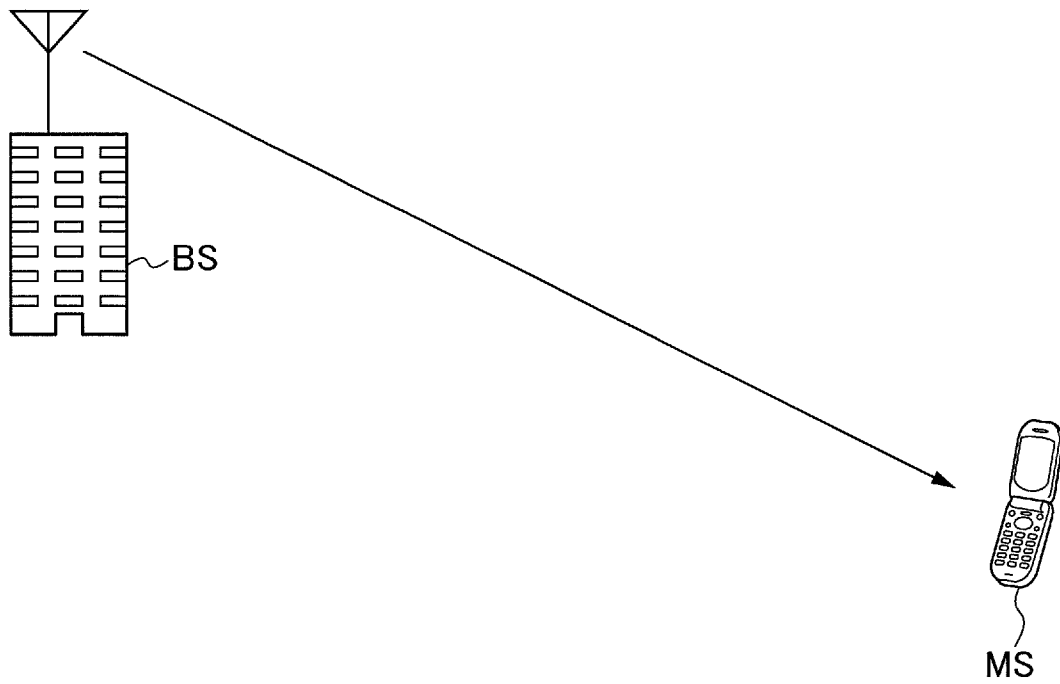
送信装置から複数のパケットを新規受信する第2受信部と、  
前記複数のパケットの受信結果に基づいて第1識別情報を特定する  
情報特定部と、

前記第1識別情報を送信装置へ送信する第3送信部と、

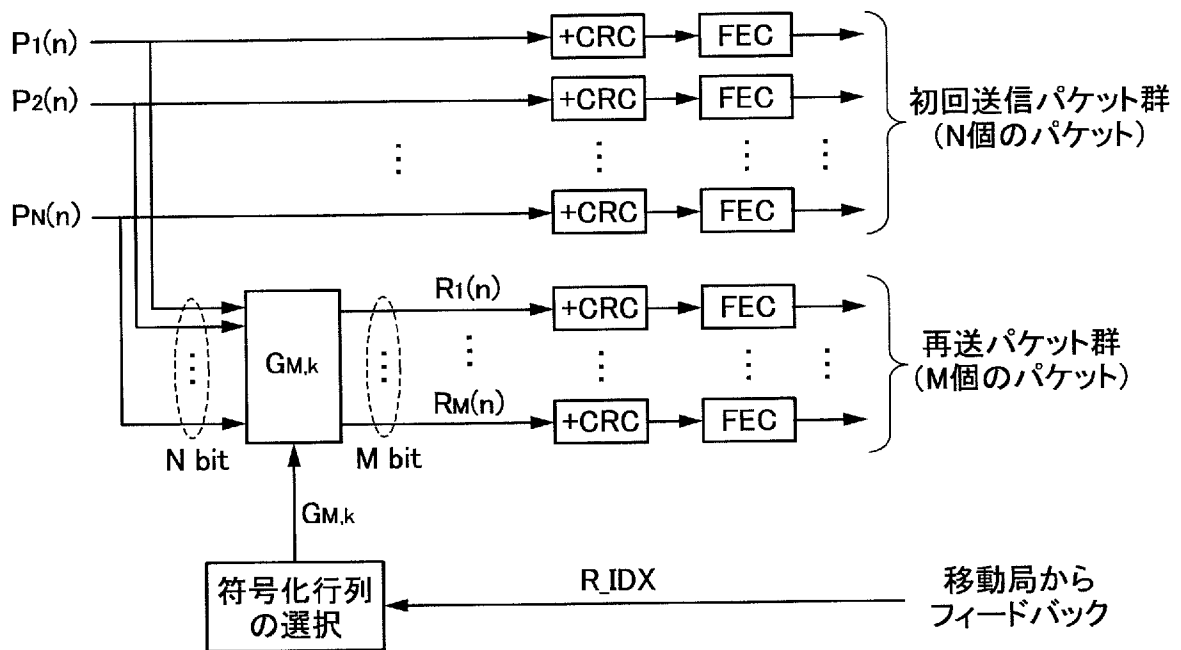
前記第1識別情報に基づき、新規受信時の受信成功パケットによって復号可能な符号化方法で前記複数のパケットが符号化され、送信装置から送信される符号化パケット、を受信する第3受信部と、

前記符号化パケットを新規受信時の受信成功パケットによって復号し、新規受信時の受信誤りパケットを再生するパケット復号部と、  
を備えた、受信装置。

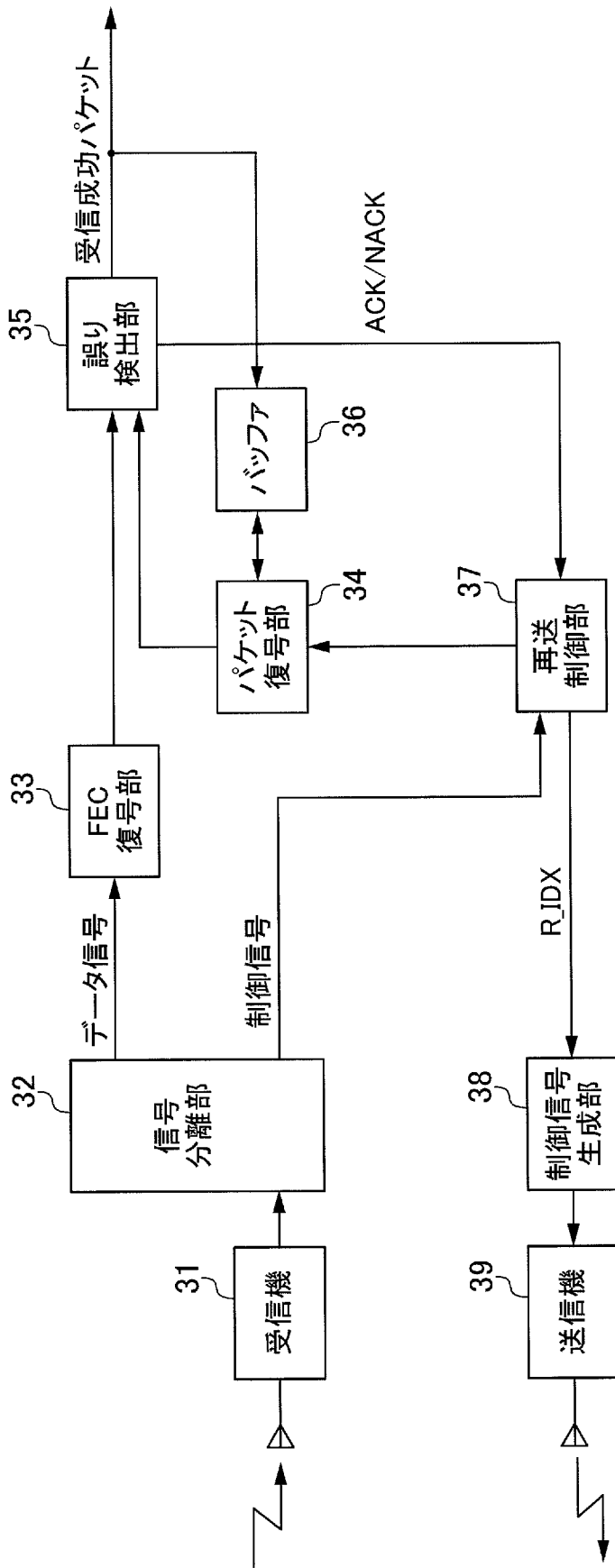
[図1]



[図2]

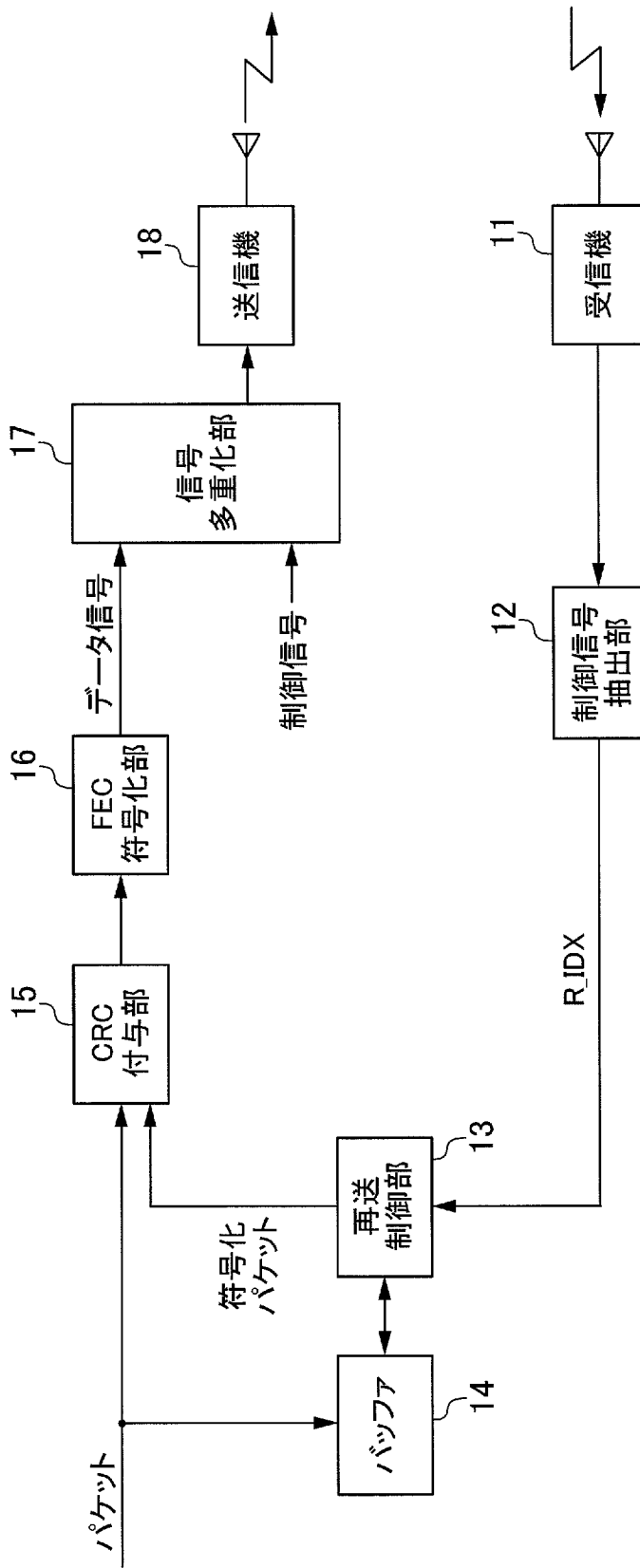


[図3]



MS (第2通信装置)

[図4]



BS (第1通信装置)

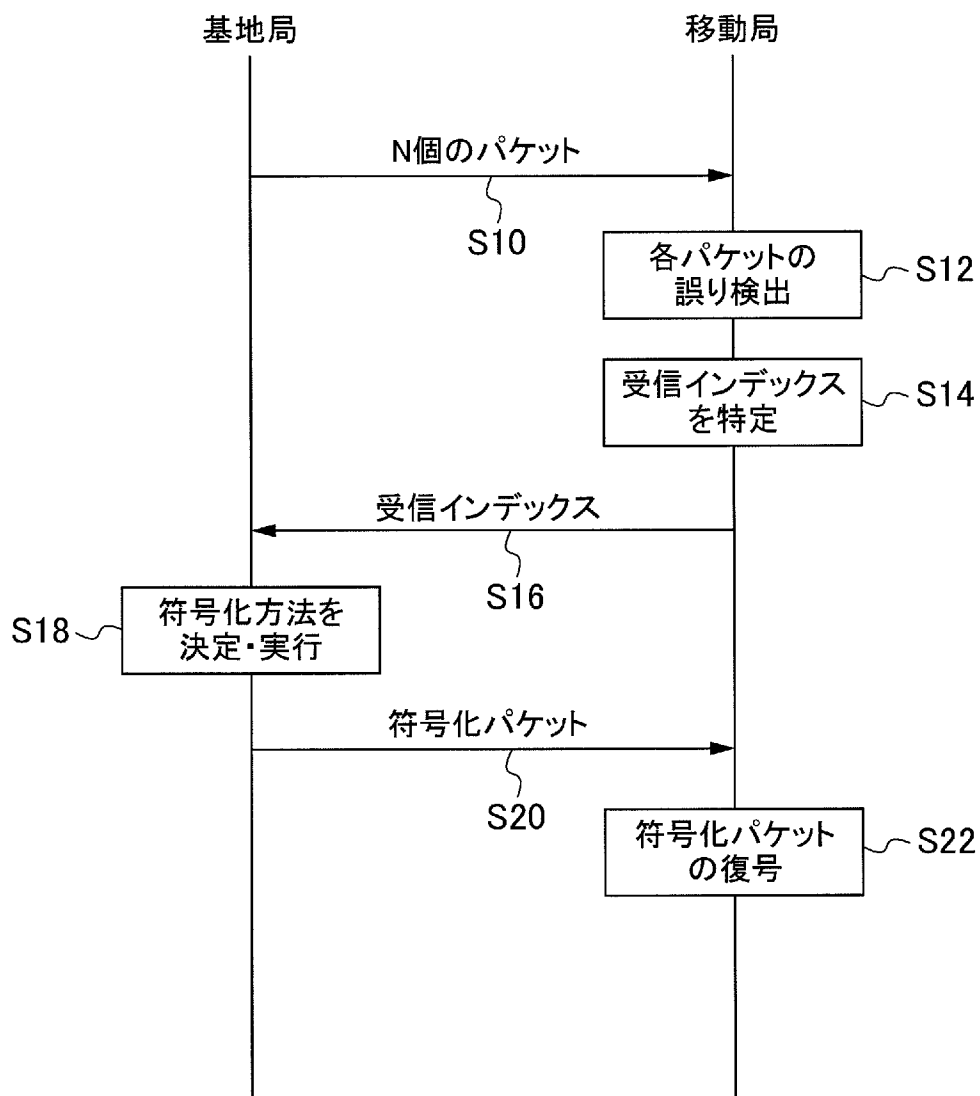
[図5]

誤りパターン	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	誤り数 M	R_IDX
0	ACK	ACK	ACK	ACK	0	0
1	NACK	ACK	ACK	ACK	1	1
2	ACK	NACK	ACK	ACK	1	1
3	ACK	ACK	NACK	ACK	1	1
4	ACK	ACK	ACK	NACK	1	1
5	NACK	NACK	ACK	ACK	2	2
6	NACK	ACK	NACK	ACK	2	3
7	NACK	ACK	ACK	NACK	2	2
8	ACK	NACK	NACK	ACK	2	2
9	ACK	NACK	ACK	NACK	2	3
10	ACK	ACK	NACK	NACK	2	2
11	NACK	NACK	NACK	ACK	3	4
12	NACK	NACK	ACK	NACK	3	4
13	NACK	ACK	NACK	NACK	3	4
14	ACK	NACK	NACK	NACK	3	4
15	NACK	NACK	NACK	NACK	4	5

[図6]

R_IDX	再送時の符号化方法
0	再送なし(全て受信成功)
1	$G_{1,0} = (1 \ 1 \ 1 \ 1)$
2	$G_{2,0} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$
3	$G_{2,1} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
4	$G_{3,0} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
5	$G_{4,0} = 1$ (4x4 の単位行列)

[図7]



[図8]

R_IDX	M	k	M×8の符号化行列 G <sub>M,k</sub> の成分
0	0	0	再送なし
1	1	0	1 1 1 1 1 1 1 1
2	2	0	1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1
3	2	1	1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1
4	3	0	1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0
5	3	1	0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1
6	3	2	0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1
7	4	0	1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0
8	4	1	0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0
9	4	2	1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1

[図9]

R_IDX	M	k	M×8の符号化行列 G <sub>M,k</sub> の成分
10	5	0	1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0
11	5	1	1 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1
12	5	2	0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1
13	6	0	1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1
14	6	1	1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1
15	7	0	0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1
16	8	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1

[図10]

N	符号化行列 の数	本実施形態の フィードバック情報量 (ビット数)	1パケット毎に 1 ビットをフィードバック した場合のフィードバック情報量 (ビット数)
1	2	1	1
2	3	2	2
3	4	2	3
4	6	3	4
5	8	3	5
6	10	4	6
7	12	4	7
8	17	5	8
9	23	5	9
10	32	5	10
11	45	6	11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004691

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L1/16(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-136220 A (Toshiba Corp.), 21 May 1999 (21.05.1999), paragraphs [0010], [0011], [0185] to [0200]; fig. 15 & US 2003/0005387 A1	1, 4, 8, 9 2, 3, 5-7
A	JP 9-116559 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 02 May 1997 (02.05.1997), abstract; paragraphs [0008] to [0015]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-9
A	WO 2006/61902 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 15 June 2006 (15.06.2006), entire text & US 2007/0300134 A1	1-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 November, 2009 (09.11.09)Date of mailing of the international search report  
01 December, 2009 (01.12.09)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/004691

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-349891 A (NTT Docomo Inc.), 09 December 2004 (09.12.2004), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L1/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 11-136220 A (株式会社東芝) 1999.05.21, 段落【0010】、【0011】、【0185】-【0200】、図15	1, 4, 8, 9
A	& US 2003/0005387 A1	2, 3, 5-7
A	JP 9-116559 A (日本電信電話株式会社) 1997.05.02, 要約、段落【0008】-【0015】、図1, 6 (ファミリーなし)	1-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.11.2009

国際調査報告の発送日

01.12.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

谷岡 佳彦

5 K

3 4 6 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2006/61902 A1 (三菱電機株式会社) 2006.06.15, 全文 & US 2007/0300134 A1	1-9
A	JP 2004-349891 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2004.12.09, 全文 (ファミリーなし)	1-9