

(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
2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/178018 A1

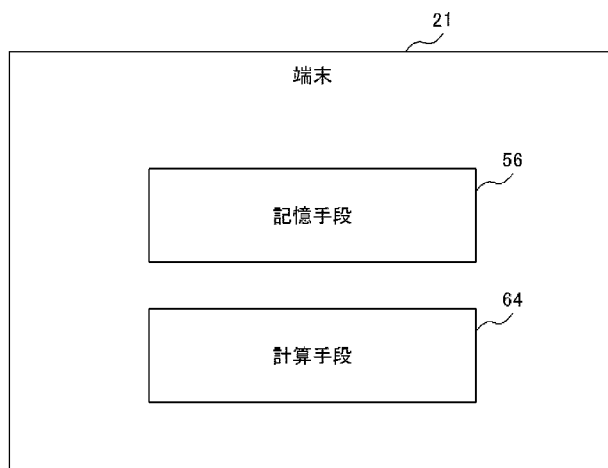
- (51) 国際特許分類:
H03M 13/47 (2006.01) *H03M 13/37* (2006.01)
H03M 13/19 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002518
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 19 日(19.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-105826 2014 年 5 月 22 日(22.05.2014) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 林 佑樹(HAYASHI, Yuki); 〒1088001 東京
都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内
Tokyo (JP). 鈴木 順(SUZUKI, Jun); 〒1088001 東京
都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内
Tokyo (JP). 菅 真樹(KAN, Masaki); 〒1088001 東京
都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒
1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気
株式会社内 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, BN, 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,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
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: TERMINAL, PACKET DECODING METHOD, AND STORAGE MEDIUM IN WHICH PROGRAM IS STORED

(54) 発明の名称: 端末、パケット復号方法、および、プログラムが記憶された記憶媒体



21 Terminal
56 Storage means
64 Calculation means

(57) Abstract: [Problem] To speed up processing for decoding a source packet from a coded packet based on rateless coding. [Solution] A terminal is provided with: a storage means which holds a matrix with n rows and n columns and an n -bit flag; and a calculation means which performs processing for extracting an element that becomes 1 in both a received n -bit coded packet and the flag, and performing processing for performing an exclusive OR operation of a row vector of the matrix that corresponds to the element number of the extracted element and the received coded packet on all extracted elements, determines an element that is the first to become 1 in the coded packet after the exclusive OR operation, and inserts, into the matrix, the coded packet after the exclusive OR operation as a row vector corresponding to the element number of the determined element.

(57) 要約: [課題] レートレス符号化に基づく符号化パケットからソースパケットを復号化する処理を高速化すること。

[解決手段] 端末は、 n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを保持する記憶手段と、受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において1となる要素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定し、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する計算手段と、を備えている。

素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定し、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する計算手段と、を備えている。

WO 2015/178018 A1

明 細 書

発明の名称：

端末、パケット復号方法、および、プログラムが記憶された記憶媒体
技術分野

[0001] 本発明は、端末、パケット復号方法およびプログラムが記憶された記憶媒体に関し、特に、送信側の端末から逐次的に符号化パケットを受信して復号する端末、当該端末によるパケット復号方法、および、当該端末において動作するプログラムが記憶された記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 伝送路においてパケットの喪失（ロス）が生じた場合、元のパケットを復元する方法としてＦＥＣ（Forward Error Correction）方式と呼ばれる方式が知られている。ＦＥＣ方式では、ロスの発生する伝送路において、送信端末がソースパケットに符号化パケットを付加してネットワークに送信する。受信端末において未受信のパケットが存在する場合、受信端末は符号化パケットに基づいてロスされたパケットを復元する。

[0003] ＦＥＣ方式には、ソースパケットから冗長パケットを無限に作成し、受信端末において冗長パケットからソースパケットをデコードする「レートレス符号」（「噴水符号」ともいう。）と呼ばれる方式がある。

[0004] レートレス符号方式において、復号の際に未知のソースパケットが存在する場合、符号化パケットから生成される行列をガウスの消去法に基づいて計算し、符号化パケットからソースパケットをデコードする方式が知られている（非特許文献１、特許文献１）。

[0005] 図８は、関連技術の端末を備えた通信システム（符号化パケット送受信システム）の構成を例示するブロック図である。図８を参照すると、送信端末１０と受信端末２０は、ネットワーク３０を介して接続されている。送信端末１０は、ソースパケット送信部１２、パケット符号化部１４、および、パケット送信部１６を備えている。一方、受信端末２０は、パケット受信部２

2、パケット復号化部24、および、ソースパケット受信部26を備えている。

[0006] 図9は、図8の受信端末20におけるパケット復号化部24の構成を例示するブロック図である。図9を参照すると、パケット復号化部24は、パケット復号計算部28および復号判定部36を備えている。また、パケット復号計算部28は、ガウス消去部32を備え、復号行列34が記憶されている。

[0007] かかる構成を有する関連技術の通信システムは、次のように動作する。図10には、送信端末10のパケット符号化部14がパケットを符号化する様子と、受信端末20のパケット復号化部24がパケットを復号する様子が例示されている。

[0008] まず、送信端末10の動作を説明する。ソースパケット送信部12は、生成されたN個のソースパケット38をパケット符号化部14へ送信する。パケット符号化部14は、受信したN個のソースパケット38の中からランダムにパケットを選択し、選択したパケットを排他的論理和（XOR:exclusive OR）演算したものを符号化パケット42として生成する。パケット符号化部14は、符号化パケット42を生成するときに使用したソースパケットを示す配列（図10に示すランダム行列G）を符号化パケット42に付加する。さらに、パケット符号化部14は、生成した符号化パケット42をパケット送信部16へ送信する。パケット送信部16は、受け取った符号化パケット42をネットワーク30へ送信する。よって、パケット送信部16によって、図10において、ランダム行列Gの各行および符号化パケット42の各行ごとにそれぞれ構成されるパケットが送信される。具体的には、図10に示す例では、ランダム行列Gは、6行5列である。そして、5個（ $N=5$ ）のソースパケット38に基づいて、例えば、ランダム行列Gの1行目が符号化パケット42の1行目に付加された $[0, 1, 1, 1, 1, p_2 \oplus p_3 \oplus p_4 \oplus p_5]$ （ p_2 と p_3 と p_4 と p_5 とのXOR演算結果であり、例えば、1）によって示される6ビットのパケットが送信される。同様に、例えば

、ランダム行列Gの2～6行目および符号化パケット42の2～6行目によって構成されるパケットが送信される。したがって、ソースパケット38は、6ビットの6個のパケットによって送信される。

[0009] 次に、受信端末20の動作を説明する。パケット受信部22は、ネットワーク30を介して受け取った符号化パケット44をパケット復号化部24へ送信する。パケット復号化部24は、パケット受信毎に復号動作を行い、符号化パケット44をN個のソースパケット46へ復号することを試みる。図10に示すように、パケット復号化部24は、例えば、ソースパケットを示す配列を組み立てて、ガウスの消去法を用いる一般的な復号方法を用いる。パケット復号化部24は、受信した符号化パケット44をN個のソースパケット46へ復号できた場合、N個のソースパケット46をソースパケット受信部26へ送信する。図10に示す例では、パケット送信部16によって送信された6個のパケットのうち4番目のパケットのロスが生じ、ソースパケット38の数以上の数である5個のパケットがパケット受信部22によって受信されている。そうすると、受信された5個のパケットによって、5個のソースパケット38の数以上の数である5個の連立一次方程式を生成することができる。そして、ガウスの消去法によって、5個の連立一次方程式に基づいて、5個のソースパケット38を導き出すことが可能である。

[0010] ここで、一般的な復号方法であるガウスの消去法について説明する。図11は、関連技術の受信端末20における復号化（ガウスの消去法）のアルゴリズムを示すフロー図である。なお、説明の簡単化のため、各フェーズの動作例としてソースパケットの個数Nが5の場合の行列の計算過程（ $i = 1$ ）を図12に示す。

[0011] 図11および図12を参照して、一般的なガウスの消去法のアルゴリズムと、アルゴリズムの説明の一例としてソースパケットの個数Nが5の場合の行列の計算過程（ $i = 1$ ）とについて説明する。

[0012] まず、ステップA2において、行ベクトルのi番目の要素が1となるi行目以降の行ベクトルを選択する。このとき、選択する行ベクトルが見つから

ない場合（ステップA3のNo）、ガウスの消去法の計算を終了する。図12の動作例の場合、復号行列34-1において、1番目の要素が1となる1行目以降の行ベクトルは5番目の行ベクトルとなるため、5番目の行ベクトルが選択される。

[0013] 次に、ステップA4において、選択した行ベクトルを1行目の行ベクトルと入れ替える。入れ替えた後のi行目の行ベクトルのi番目の要素を「ピボット」と呼び、行ベクトル自体を「ピボット行」と呼ぶ。図12の動作例（i=1）の場合、ガウス消去部32は、復号行列34-1において、5行目の行ベクトルと1行目の行ベクトルとを入れ替える。復号行列34-2は、行ベクトルを入れ替えた後の状態である。

[0014] 次に、ステップA5において、ガウス消去部32は、ピボット行以外の行ベクトルのi番目の要素が1である行ベクトルとピボット行をXOR演算する。図12の動作例（i=1）の場合、復号行列34-2において、ピボット行以外に1番目の要素が1である行ベクトルがないため、ガウス消去部32はXOR演算を行わない。

[0015] ガウス消去部32は、上記の動作をステップA1、A7に示す通り、i=2~5について繰り返し行う。図12に示すように、5行目まで計算が行われると、ガウスの消去法を適用した復号行列34-Xは単位行列となり、符号化パケットが復号される。

[0016] さらに、上記のi=5についての動作が完了した際、送信端末10が次のソースパケット群を符号化して送信することもある。この場合、i=1~5のステップがさらに数回繰り返されることになる。

[0017] 上述した関連技術の通信システムの場合、パケット受信毎にガウスの消去法によって復号を行う。しかし、この復号方法を使用した場合、パケット受信毎の計算量にばらつきが発生したり、N番目の符号化パケットを受信した際の計算量が多くなってしまい、次のソースパケット群に対する符号化パケットが到着するまでに計算が完了しなかったりするおそれがある。

[0018] 例えば、図12の復号行列34-1の場合、5番目の行ベクトルに対応す

る符号化パケットが到着するまで、ガウス消去部 32 は、ステップ A3 においてガウスの消去法を適用することができず、計算を進めることができない。すなわち、5 番目の行ベクトルに対応するパケットが到着して初めてガウス消去部 32 による計算が開始されるため、ガウス消去部 32 は、5 番目の行ベクトルに対応するパケットが到着してから、ステップ A4 の処理とステップ A5 の処理とを 5 回ずつ実行することになる。

[0019] したがって、次のソースパケット群に対する符号化パケットが到着した場合、前のソースパケット群に対する符号化パケットの計算が完了するまで、次のソースパケット群に対する符号化パケットは待ち合わせを行う必要がある。

[0020] このように符号化パケットを送受信する通信システムにおいて、ガウスの消去法の計算を高速化する方式として、例えば、特許文献 1 のような方式が存在する。

先行技術文献

特許文献

[0021] 特許文献1：特開 2012-142709 号公報

非特許文献

[0022] 非特許文献1：MacKay, D.J.C. “Fountain codes,” Published in Communications, IEE Proceedings (Volume:152 , Issue: 6)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0023] 上記特許文献 1 および非特許文献 1 の全開示内容は、本書に引用をもって繰り込み記載されているものとする。以下の分析は、本願の発明者によってなされたものである。

[0024] レートレス符号化に基づく符号化パケットを復号化する上述の関連技術によると、受信端末においてパケット受信毎に符号化パケットの復号を行う際、最後のパケットを受け取ってから復号されるまでに長い時間を要するとい

う問題がある。その理由は、ガウスの消去法を用いた復号方法では、ソースパケットの昇順にピボット行を検索し、昇順でピボット行が見つからない場合は計算を止めてしまうからである。

[0025] また、関連技術における符号化パケットの受信端末には、複数のソースパケット群を複数の符号化パケット群に分けて動作する場合、前のソースパケット群に対する符号化パケットの復号が完了する前に、次のソースパケット群に対する符号化パケットが到着した場合に備えて、バッファを多く設ける必要がある。その理由は、最後のパケットを受けとってから復号が完了するまでに長い時間を要するからである。

[0026] なお、特許文献 1 に記載された方式は、ソースパケットとして復号できたパケットを復号行列から省くことで、以降の計算量を削減する方式である。したがって、特許文献 1 に記載された方式では、ガウスの消去法の計算が始まらない場合には計算量を減らすことができない。

[0027] そこで、レートレス符号化に基づく符号化パケットからソースパケットを復号化する処理を高速化することが課題となる。本発明の目的は、かかる課題解決に寄与する端末、パケット復号方法およびプログラムが記憶された記憶媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0028] 本発明の第 1 の態様に係る端末は、 n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを保持する記憶手段と、受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において 1 となる要素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素を判定し、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する計算手段と、を備えている。

[0029] 本発明の第 2 の態様に係るパケット復号方法は、コンピュータが、 n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持するステップと、受信した n

ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において1となる要素を抽出するステップと、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行うステップと、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定するステップと、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入するステップと、を含む。

[0030] 本発明の第3の態様に係るプログラムが記憶された記憶媒体には、 n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持する処理と、受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において1となる要素を抽出する処理と、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行う処理と、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定する処理と、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する処理と、をコンピュータに実行させるためのプログラムが記憶されている。なお、プログラムは、非一時的なコンピュータ可読記録媒体 (non-transitory computer-readable storage medium) に記録されたプログラム製品として提供することもできる。

発明の効果

[0031] 本発明に係る端末、パケット復号方法およびプログラムが記憶された記憶媒体によると、レートレス符号化に基づく符号化パケットからソースパケットを復号化する処理を高速化することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]一実施形態に係る端末の構成を例示するブロック図である。

[図2]第1の実施形態に係る端末を備えた通信システムの構成を例示するブロック図である。

[図3]第1の実施形態に係る端末におけるパケット復号化部の構成を例示する

ブロック図である。

[図4]第1の実施形態に係る端末におけるパケット復号計算部の動作を例示するフロー図である。

[図5]第1の実施形態に係る端末におけるパケット復号計算部による復号行列およびピボットフラグの計算過程 ($i = 1$) を例示する図である。

[図6]第1の実施形態に係る端末におけるパケット復号計算部による復号行列およびピボットフラグの計算過程 ($i = 2$) を例示する図である。

[図7]第1の実施形態に係る端末におけるパケット復号計算部による復号行列およびピボットフラグの計算過程 ($i = 5$) を例示する図である。

[図8]関連技術の端末を備えた通信システムの構成を例示するブロック図である。

[図9]関連技術の端末におけるパケット復号化部の構成を例示するブロック図である。

[図10]関連技術の端末を備えた通信システムにおけるパケット符号化の動作を例示する図である。

[図11]関連技術の端末における復号化（ガウスの消去法）のアルゴリズムを示すフロー図である。

[図12]関連技術の端末におけるパケット復号化部による復号行列の計算過程 ($N = 5$ の場合) を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0033] はじめに、本発明の一実施形態の概要について説明する。なお、この概要に付記する図面参照符号は、専ら理解を助けるための例示であり、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

[0034] 図1は、本発明の一実施形態の端末21の構成を例示するブロック図である。図1を参照すると、端末21は、記憶手段56と計算手段64とを備えている。記憶手段56は、 n 行 n 列の行列（例えば、 $n = 5$ の場合、図5ないし図7に示す復号行列58）と n ビットのフラグ（例えば、 $n = 5$ の場合、図5ないし図7に示すピボットフラグ62）とを保持する。計算手段64

は、受信した n ビットの符号化パケットとフラグ（62）との双方において1となる要素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する行列（58）の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和（XOR）演算する処理を、抽出したすべての要素について行う。そして、計算手段64は、上記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定すると共に、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、上記排他的論理和演算後の符号化パケットを行列（58）に挿入する。

[0035] 計算手段64は、フラグ（62）の要素のうちの、上記判定した要素の要素番号に相当する要素を1とする（なお、当該要素のフラグがセットされていることを示すものであれば、要素を1とすることに限定されない）。なお、フラグ（62）のすべての要素が1となった場合、復号が完了する。

[0036] 計算手段64は、上記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素に相当するフラグ（62）の要素が1である場合、上記排他的論理和演算後の符号化パケットを行列（58）に挿入することなく破棄する。

[0037] 計算手段64は、上記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が1である行列（58）の行ベクトルに対して、上記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを行列（58）の当該行ベクトルとして格納する処理を、行列（58）の各行ベクトルに対して行う。

[0038] 以上に述べたような端末21によると、レートレス符号化に基づく符号化パケットからソースパケットを復号化する処理を、関連技術と比較して、高速化することが可能となる。なぜなら、関連技術のガウスの消去法のように、復号の手順においてソースパケットの昇順にピボット行を検索するのではなく、パケット受信毎にそのパケットが何番目のピボット行になるかを決定し、途中のピボット行となった場合にも計算を進めることができるからである。

[0039] <実施形態1>

次に、第１の実施形態の端末を備えた通信システムについて、図面を参照して詳細に説明する。

[0040] 図２は、本実施形態の端末を受信端末２１として備えた通信システムの構成を例示するブロック図である。図２を参照すると、通信システムは、ソースパケットを符号化し、ネットワークへ送信する送信端末１０と、受信した符号化パケットをソースパケットに復号する受信端末２１とを備えている。

[0041] 送信端末１０は、ソースパケット送信部１２、パケット符号化部１４、およびパケット送信部１６を備えている。ソースパケット送信部１２は、受信端末２１に送信したいデータを伝送するネットワークのプロトコルに合わせてパケット化する。パケット符号化部１４は、ソースパケットを符号化し符号化パケットとする。パケット送信部１６は、符号化されたパケットをネットワーク３０に送信する。

[0042] 一方、受信端末２１は、パケット受信部２２、パケット復号化部５２、およびソースパケット受信部２６を備えている。パケット受信部２２は、ネットワーク３０から到来した符号化パケットを受信する。パケット復号化部５２は、符号化パケットをソースパケットに復号する。ソースパケット受信部２６は、復号されたソースパケットを受信して受信端末２１にデータとして渡す。

[0043] パケット符号化部１４は、ソースパケット送信部１２から受信したＮ個（Ｎは任意の自然数）のソースパケットの符号化を行う。ここでは、符号化方法として、レートレス符号の一方式であるRandom Linear Fountainの動作について説明する。

[0044] Random Linear Fountainでは、パケット符号化部１４が、到着したＮ個のソースパケットの中からランダムにパケットを選択する。また、パケット符号化部１４は、自身が選択したパケットの排他的論理和（XOR : exclusive OR）を計算したものを符号化パケットとする。さらに、パケット符号化部１４は、自身が選択したソースパケットがＮ個のソースパケットのうちのどのソースパケットであるのかを判別できるように、符号化パケットに対してフ

ラグを付加する。

[0045] 例えば、 $N = 5$ の場合、2, 3, 4, 5 番目のソースパケットが選択されたとき、パケット符号化部 14 は、符号化パケットに対して [0, 1, 1, 1, 1] という 5 ビット (bit) のフラグを付すことにより、符号化パケットに含まれるソースパケットを識別可能とする。受信端末 21 において N 個のソースパケットが復号されるまで、パケット符号化部 14 は、かかる動作を無限に繰り返す。

[0046] ここでは、受信端末 21 において N 個のソースパケットが復号されたかどうかを送信端末 10 が確認する機構について、特に限定しない。例えば、送信端末 10 は、受信端末 21 から復号が完了したことを知らせるフィードバック情報などから復号の完了通知を受け、符号化パケットの送信を停止する方法を用いることができる。

[0047] 図 3 は、本実施形態の受信端末 21 におけるパケット復号化部 52 の構成を例示するブロック図である。図 3 を参照すると、パケット復号化部 52 は、パケット復号計算部 54 と復号判定部 72 とを備えている。パケット復号計算部 54 は、パケット受信部 22 から受信した符号化パケットを復号アルゴリズムによりソースパケットへ復号するための計算を行う。復号判定部 72 は、パケット復号計算部 54 により計算された結果を参照して、ソースパケットに復号されたか、または、符号化パケットが残っているかを判定する。

[0048] パケット復号計算部 54 は、記憶手段 56 と計算手段 64 とを備えている。記憶手段 56 は、復号行列 58 とピボットフラグ 62 とを保持する。一方、計算手段 64 は、復号計算部 66 とピボット位置判定部 68 とを備えている。

[0049] パケット受信部 22 から受信した符号化パケットは、行列の形状の復号行列 58 として保存される。ピボットフラグ 62 によって、復号行列 58 内のピボット行にすでにパケットが入っているかどうかフラグで示される。復号計算部 66 は、パケット受信部 22 から受信した符号化パケットに対する

計算と、復号行列 5 8 に基づいてソースパケットへの復号計算とを行う。ピボット位置判定部 6 8 は、パケット受信部 2 2 から受信した符号化パケットに対する計算結果に基づいて、計算後の符号化パケットのピボット位置を判定する。

[0050] 復号計算部 6 6 は、復号行列 5 8 の行ベクトルをパケット受信部 2 2 から受信した符号化パケットに対して演算する動作と、演算後の符号化パケットをピボット位置判定部 6 8 により復号行列 5 8 に挿入した後に、演算後の符号化パケットを復号行列 5 8 の行ベクトルに対して演算する動作とを行う。

[0051] まず、復号計算部 6 6 による動作のうちの、パケット受信部 2 2 から受信した符号化パケットに対して復号行列 5 8 の行ベクトルを演算する動作について説明する。復号計算部 6 6 は、パケット受信部 2 2 から受信した符号化パケットとピボットフラグ 6 2 とを比較し、符号化パケットとピボットフラグ 6 2 との双方が “1” となっている要素に対応する復号行列 5 8 の行ベクトルを符号化パケットに X O R (exclusive OR) 演算する。ここで、符号化パケットとピボットフラグ 6 2 の i 番目の要素に対応する行ベクトルとは、復号行列 5 8 における i 行目の行ベクトルをいう。

[0052] 例えば、受信した符号化パケットにおいて付されている前述した 5 ビットのフラグ（単に符号化パケットともいう）が [0, 1, 1, 1, 1] で、ピボットフラグ 6 2 が [0, 1, 0, 1, 0] である場合、復号計算部 6 6 は、復号行列 5 8 の 2 番目と 4 番目との行ベクトルを受信した符号化パケットに対して X O R 演算する。

[0053] 次に、復号計算部 6 6 による動作のうちの、ピボット位置判定部 6 8 が、X O R 演算後の符号化パケットを復号行列 5 8 に挿入した後、X O R 演算後の符号化パケットを復号行列 5 8 の行ベクトルに演算する動作について説明する。復号計算部 6 6 は、挿入されたピボット行ベクトル（すなわち、上記 X O R 演算後の符号化パケット）のピボットに対応する列を確認し、“1” となっている要素を持つすべての行ベクトルに対してピボット行ベクトルを X O R 演算する。

- [0054] ピボット位置判定部68は、パケット受信部22から受信した符号化パケットに対して復号行列58の行ベクトルを演算する復号計算部66の動作が完了した後の符号化パケット（すなわち、上記XOR演算後の符号化パケット）に対して、ピボットの位置の判定を行う。ピボットの位置は、判定対象の符号化パケットの要素中で初めて“1”が立っている要素（すなわち、当該符号化パケットを構成するビット列において、値が「1」であるビットのうちの最上位ビット）を指す。また、ピボット位置判定部68は、ピボットがX番目の要素であった場合、まずピボットフラグのX番目の要素と比較し、すでにピボットフラグが立っている場合、その符号化パケットは不要であるとみなして破棄する。一方、ピボットフラグが立っていない場合、ピボット位置判定部68はピボットフラグのX番目の要素を“1”とし、復号行列58のX番目の行に計算後の符号化パケットを挿入する。
- [0055] 復号判定部72は、パケット復号計算部54による計算終了後に、復号行列58およびピボットフラグ62を参照して、符号化パケットが復号され、N個のソースパケットが生成されたかどうかを判定する。具体的には、復号判定部72は、ピボットフラグ62を参照して、N個の要素のすべてが“1”となっている場合、復号が完了したものと判定する。
- [0056] 次に、図2および図3に示したブロック図と、図4に示したフロー図と、図5ないし図7に示したN=5の場合のパケット復号の計算過程を参照して、本実施形態の受信端末21の動作について詳細に説明する。
- [0057] まず、パケット復号化部52がパケット受信部22から符号化パケットを受信すると、ステップB1に移行する。
- [0058] ステップB2では、復号計算部66は、ピボットフラグ62と受信した符号化パケットとを確認し、ピボットフラグ62と受信した符号化パケットとの双方が“1”になっている要素に対応する復号行列58の行ベクトルを符号化パケットに対してXOR演算する。ステップB1に示すように、復号計算部66は、ピボットフラグの“1”の要素数に応じた回数だけ、ステップB2の比較と計算とを繰り返す。繰り返しが完了すると、ステップB3の処

理から、ステップB 4へ移行する。

[0059] 図6の $i = 2$ の場合の packets 符号化の計算過程の例で説明する。受信した符号化 packets は $[0, 1, 0, 0, 1]$ であり、pivot フラグ 62-3 は $[0, 1, 0, 0, 0]$ である。そこで、復号計算部 66 は、復号行列 58-3 の2番目の行ベクトルを、受信した符号化 packets に対して XOR 演算する。その結果、XOR 演算後の符号化 packets は $[0, 0, 1, 1, 0]$ となる。

[0060] ステップB 4では、pivot 位置判定部 68 は、XOR 演算後の符号化 packets に対して pivot 位置の判定を行う。pivot 位置とは、XOR 演算後の符号化 packets の要素のうちの最初に“1”となる要素（すなわち、当該符号化 packets を構成するビット列において、値が「1」であるビットのうちの最上位ビット）である。X番目の要素が最初の“1”である場合（すなわち、当該符号化 packets を構成するビット列において、X番目のビットが、値が「1」であるビットのうちの最上位ビットである場合）、pivot 行はX番目となる。ただし、pivot フラグ 62のX番目の要素にすでに“1”が立っている場合、pivot 位置判定部 68 は、この符号化 packets を不要であるとみなして破棄し（ステップB 5）、処理を終了する。符号化 packets が破棄されなかった場合、ステップB 6に移行する。

[0061] 図6の場合の例で説明すると、XOR 演算後の符号化 packets は $[0, 0, 1, 1, 0]$ であるため、初めて“1”が現れる要素は3番目となり（すなわち、当該符号化 packets を構成するビット列において、値が「1」であるビットのうちの最上位ビットは3ビット目）、pivot 位置判定部 68 は、符号化 packets は3番目の pivot 行となる行ベクトルであると判定する。

[0062] ステップB 6では、pivot 位置判定部 68 は、ステップB 4で判定された pivot 行を復号行列 58のX番目の行ベクトルに挿入する動作を行う。図6の場合の例で説明すると、計算後の符号化 packets は3番目の pivot 行となる行ベクトルであるため、復号行列 58-4の3番目の行に挿入され

ている。符号化パケットが挿入されると、ステップB 7へ移行する。

[0063] ステップB 7では、符号化パケットが挿入された後、復号計算部6 6は、符号化パケットのピボットとなる要素と同じ列に“1”が立っている他の行ベクトルに対して、符号化パケットをXOR演算する。

[0064] 図6の場合の例で説明すると、復号行列5 8－4のピボット行以外の行ベクトルとして、2行目の行ベクトルの3番目の列に“1”が立っているため、2行目の行ベクトルに対して3行目の行ベクトル（すなわち、XOR演算後の符号化パケット）をXOR演算する。この結果、復号行列5 8－5に示すように、2行目の行ベクトルは[0, 1, 0, 0, 1]となる。

[0065] ステップB 7が終了すると、パケット復号計算部5 4の動作は完了し、復号判定部7 2により、復号の判定を行う。復号判定部7 2は、ピボットフラグ6 2のすべての要素が“1”となったとき、復号が完了したものとみなす。

[0066] 上記の動作を復号行列5 8がN行すべて埋まるまで繰り返し行う。図7の場合の例で説明すると、 $i = 5$ 番目に対応する符号化パケットが到着し、計算を行うと、復号行列5 8がすべて埋まり、ソースパケットへの復号が完了する。このとき、ピボットフラグ6 2－Yの各要素もすべて“1”となっており、復号判定部7 2は、復号が完了したものと判定する。復号判定部7 2により復号が完了されたと判定された後、パケット復号化部5 2は、ソースパケットをソースパケット受信部2 6に送信し、復号行列5 8を初期化する。

[0067] 次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の端末2 1によると、レートレス符号化に基づく符号化パケットからソースパケットを復号化する処理を関連技術と比較して高速化することが可能となる。その理由は、関連技術で用いられるガウスの消去法のように、復号の手順として、ソースパケットの昇順にピボット行を検索する代わりに、パケット受信毎にそのパケットが何番目のピボット行になるかを決定し、途中のピボット行となった場合にも計算を進めるからである。

[0068] また、本実施形態によると、前のソースパケット群に対する符号化パケットの復号が完了する前に、次のソースパケット群に対する符号化パケットが到着した場合のバッファが少なくなる。その理由は、前のソースパケット群に対する最後の符号化パケットを受けとってから復号が完了するまでの時間が短いからである。

[0069] 上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[付記 1]

n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを保持する記憶手段と、
受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において 1 となる要素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを構成するビット列において、値が「1」であるビットのうちの最上位ビットである、最初に 1 となる要素を判定し、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する計算手段と、を備える、
ことを特徴とする端末。

[付記 2]

前記計算手段は、前記フラグの要素のうちの、前記判定した要素の要素番号に相当する要素を 1 とする、
付記 1 に記載の端末。

[付記 3]

前記計算手段は、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素に相当する前記フラグの要素が 1 である場合、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入することなく破棄する、
付記 1 または 2 に記載の端末。

[付記 4]

前記計算手段は、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が 1 である前記行列の行ベクトルに対して、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを前記行列の当該行ベクトルとして格納する処理を、前記行列の各行ベクトルに対して行う、

付記 1 ないし 3 のいずれかに記載の端末。

[付記 5]

前記フラグのすべての要素が 1 となった場合、復号が完了したものと判定する判定手段をさらに備える、

付記 1 ないし 4 のいずれかに記載の端末。

[付記 6]

コンピュータが、 n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持するステップと、

受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において 1 となる要素を抽出するステップと、

抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行うステップと、

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素を判定するステップと、

判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入するステップと、を含む、

ことを特徴とするパケット復号方法。

[付記 7]

前記コンピュータが、前記フラグの要素のうちの、前記判定した要素の要素番号に相当する要素を 1 とするステップを含む、

付記 6 に記載のパケット復号方法。

[付記 8]

前記コンピュータが、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素に相当する前記フラグの要素が 1 である場合、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入することなく破棄するステップを含む、

付記 6 または 7 に記載のパケット復号方法。

[付記 9]

前記コンピュータが、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が 1 である前記行列の行ベクトルに対して、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを前記行列の当該行ベクトルとして格納する処理を、前記行列の各行ベクトルに対して行うステップを含む、 付記 6 ないし 8 のいずれかに記載のパケット復号方法。

[付記 10]

前記コンピュータが、前記フラグのすべての要素が 1 となった場合、復号が完了したものと判定するステップを含む、

付記 6 ないし 9 のいずれかに記載のパケット復号方法。

[付記 11]

n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持する処理と、
受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において 1 となる要素を抽出する処理と、

抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行う処理と、

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素を判定する処理と、

判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する処理と、をコンピュータに実行させる、

ことを特徴とするプログラム。〔付記 1 2〕

前記フラグの要素のうちの、前記判定した要素の要素番号に相当する要素を 1 とする処理を、前記コンピュータに実行させる、

付記 1 1 に記載のプログラム。

〔付記 1 3〕

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素に相当する前記フラグの要素が 1 である場合、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入することなく破棄する処理を、前記コンピュータに実行させる、

付記 1 1 または 1 2 に記載のプログラム。

〔付記 1 4〕

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が 1 である前記行列の行ベクトルに対して、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを前記行列の当該行ベクトルとして格納する処理を、前記行列の各行ベクトルに対して行う処理を、前記コンピュータに実行させる、

付記 1 1 ないし 1 3 のいずれかに記載のプログラム。

〔付記 1 5〕

前記フラグのすべての要素が 1 となった場合、復号が完了したものと判定する処理を、前記コンピュータに実行させる、

付記 1 1 ないし 1 4 のいずれかに記載のプログラム。

[0070] なお、上記特許文献の全開示内容は、本書に引用をもって繰り込み記載されているものとする。本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態の変更・調整が可能である。また、本発明の全開示の枠内において種々の開示要素（各請求項の各要素、各実施形態の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ、ないし、選択が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし得るであろう各種変形、修正

を含むことは勿論である。特に、本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が、別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。

[0071] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0072] この出願は、2014年5月22日に提出された日本出願特願2014-105826を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0073]
- | | |
|--------------|---------------------|
| 10 | 送信端末 |
| 12 | ソースパケット送信部 |
| 14 | パケット符号化部 |
| 16 | パケット送信部 |
| 20、21 | 受信端末 |
| 22 | パケット受信部 |
| 24、52 | パケット復号化部 |
| 26 | ソースパケット受信部 |
| 28、54 | パケット復号計算部 |
| 30 | ネットワーク |
| 32 | ガウス消去部 |
| 34、34-1～34-X | ガウスの消去法による計算過程の復号行列 |
| 36、72 | 復号判定部 |
| 38 | 符号化前のソースパケット |
| 42 | 送信する符号化パケット |
| 44 | 受信した符号化パケット |
| 46 | 復号後のソースパケット |
| 56 | 記憶手段 |

- 58、58-1～58-Y 実施形態のアルゴリズムにおける復号行列
- 62、62-1～62-Y 実施形態のアルゴリズムにおけるピボットフ
ラグ
- 64 計算手段
- 66 復号計算部
- 68 ピボット位置判定部

請求の範囲

- [請求項1] n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを保持する記憶手段と、
受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において 1 となる要素を抽出し、抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素を判定し、判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する計算手段と、を備える、
ことを特徴とする端末。
- [請求項2] 前記計算手段は、前記フラグの要素のうちの、前記判定した要素の要素番号に相当する要素を 1 とする、
請求項 1 に記載の端末。
- [請求項3] 前記計算手段は、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素に相当する前記フラグの要素が 1 である場合、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入することなく破棄する、
請求項 1 または 2 に記載の端末。
- [請求項4] 前記計算手段は、前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が 1 である前記行列の行ベクトルに対して、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを前記行列の当該行ベクトルとして格納する処理を、前記行列の各行ベクトルに対して行う、
請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の端末。
- [請求項5] 前記フラグのすべての要素が 1 となった場合、復号が完了したものと判定する判定手段をさらに備える、
請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の端末。
- [請求項6] n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持し、

受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において1となる要素を抽出し、

抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したすべての要素について行い、

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素を判定し、

判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する、

ことを特徴とするパケット復号方法。

[請求項7] 前記フラグの要素のうちの、前記判定した要素の要素番号に相当する要素を1とする、

請求項6に記載のパケット復号方法。

[請求項8] 前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素に相当する前記フラグの要素が1である場合、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入することなく破棄する、

請求項6または7に記載のパケット復号方法。

[請求項9] 前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に1となる要素の要素番号と同一の要素番号の要素が1である前記行列の行ベクトルに対して、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを排他的論理和演算したものを前記行列の当該行ベクトルとして格納する処理を、前記行列の各行ベクトルに対して行う、請求項6ないし8のいずれか1項に記載のパケット復号方法。

[請求項10] n 行 n 列の行列と n ビットのフラグを記憶手段に保持する処理と、
受信した n ビットの符号化パケットと前記フラグの双方において1となる要素を抽出する処理と、

抽出した要素の要素番号に相当する前記行列の行ベクトルを受信した符号化パケットに対して排他的論理和演算する処理を、抽出したす

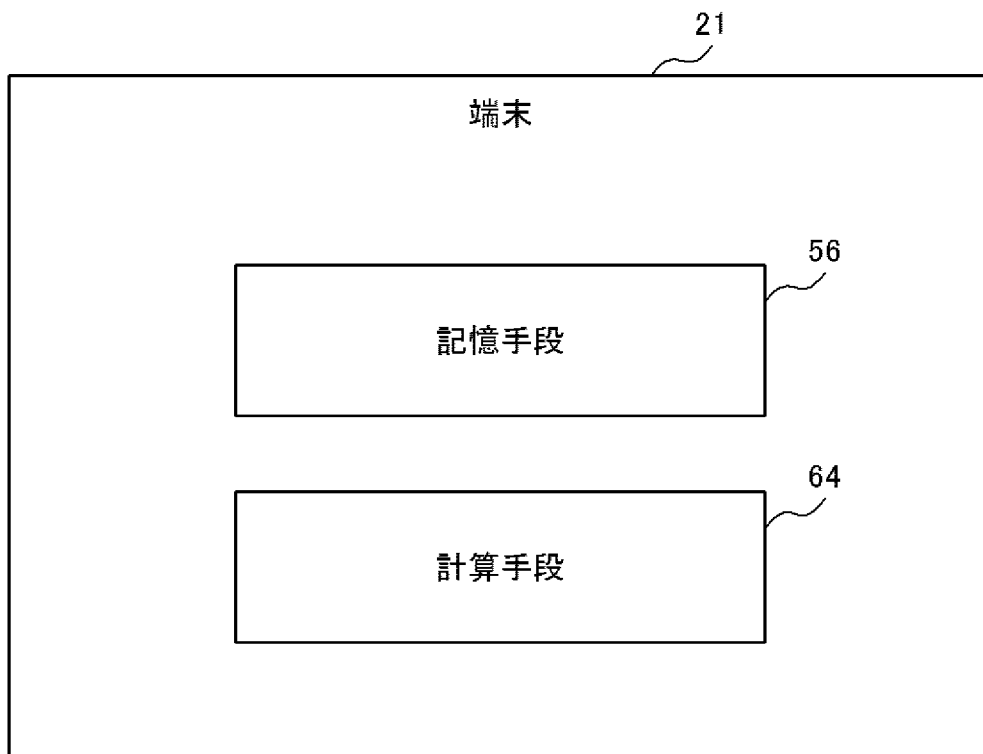
すべての要素について行う処理と、

前記排他的論理和演算後の符号化パケットにおいて最初に 1 となる要素を判定する処理と、

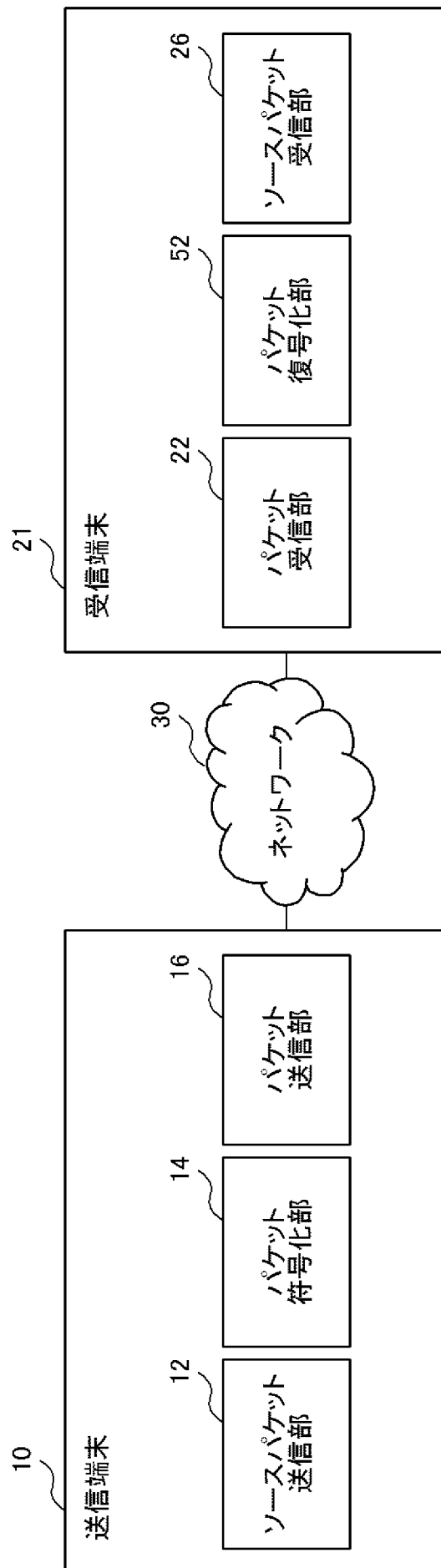
判定した要素の要素番号に相当する行ベクトルとして、前記排他的論理和演算後の符号化パケットを前記行列に挿入する処理と、をコンピュータに実行させる、

ことを特徴とするプログラムが記憶された記憶媒体。

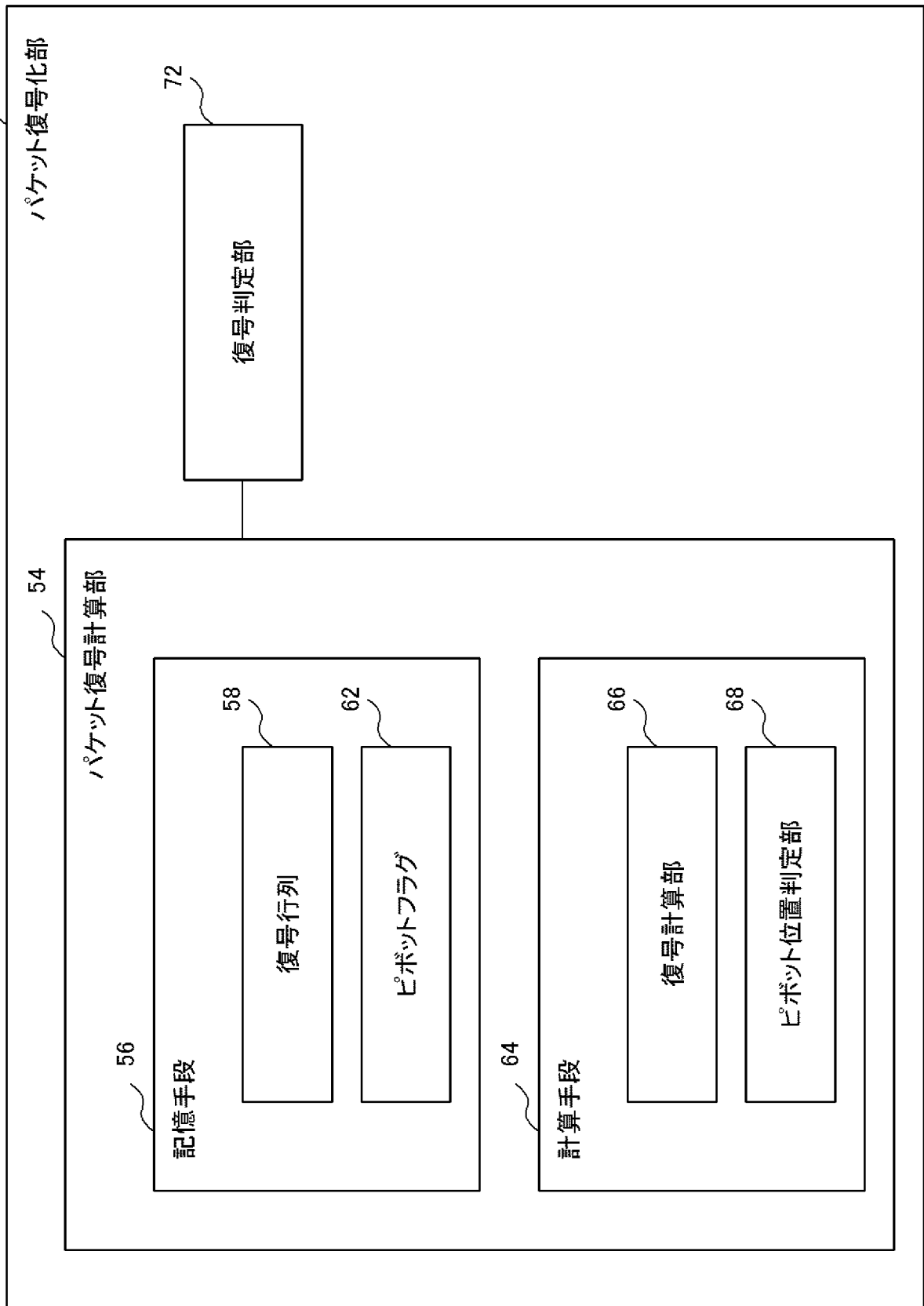
[図1]



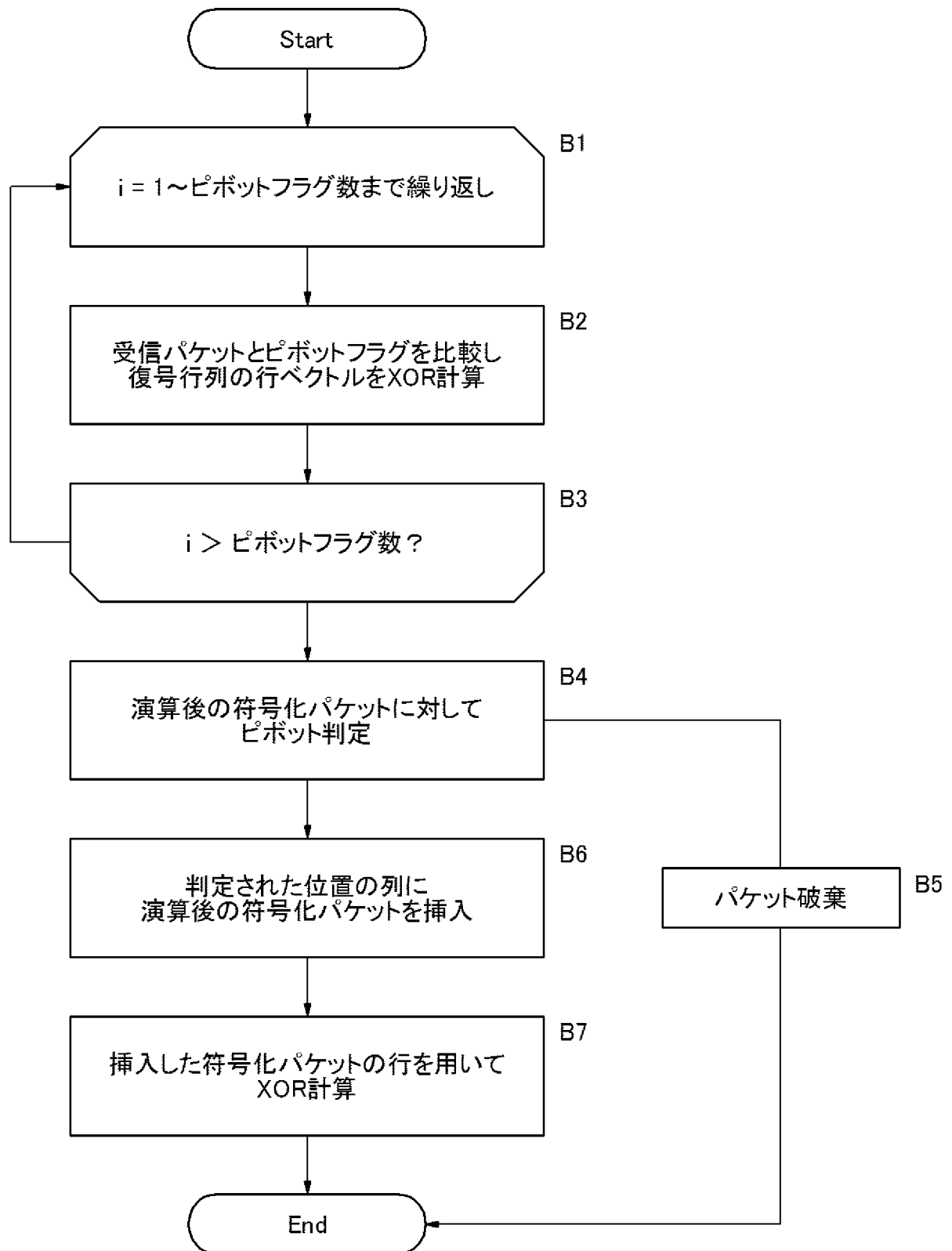
[図2]



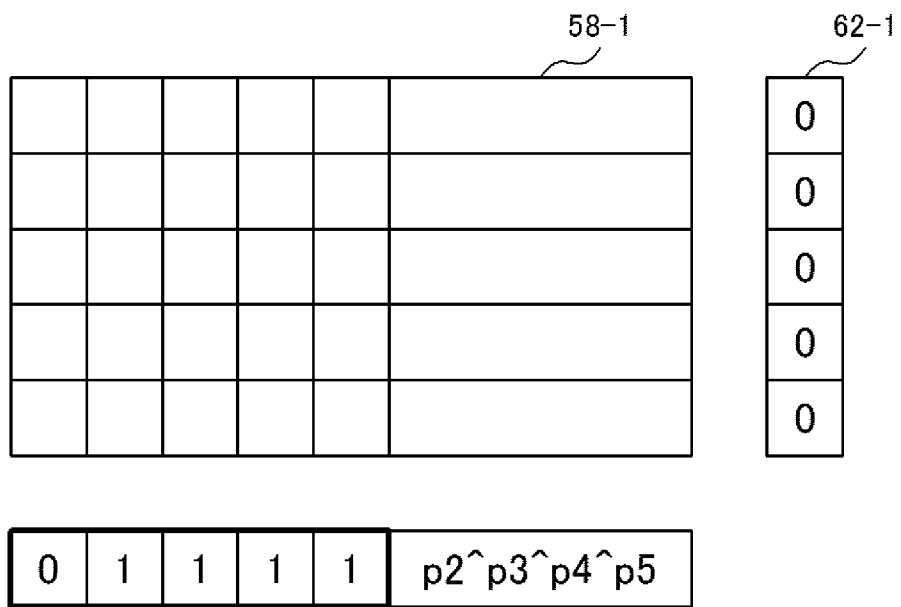
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

					58-3	62-3
0	1	1	1	1	$p2^{\wedge}p3^{\wedge}p4^{\wedge}p5$	0
						1
						0
						0
						0

0	1	0	0	1	$p2^{\wedge}p5$
---	---	---	---	---	-----------------

					58-4	62-4
0	1	1	1	1	$p2^{\wedge}p3^{\wedge}p4^{\wedge}p5$	0
0	0	1	1	0	$p3^{\wedge}p4$	1
						0
						0

					58-5	62-5
0	1	0	0	1	$p2^{\wedge}p5$	0
0	0	1	1	0	$p3^{\wedge}p4$	1
						0
						0

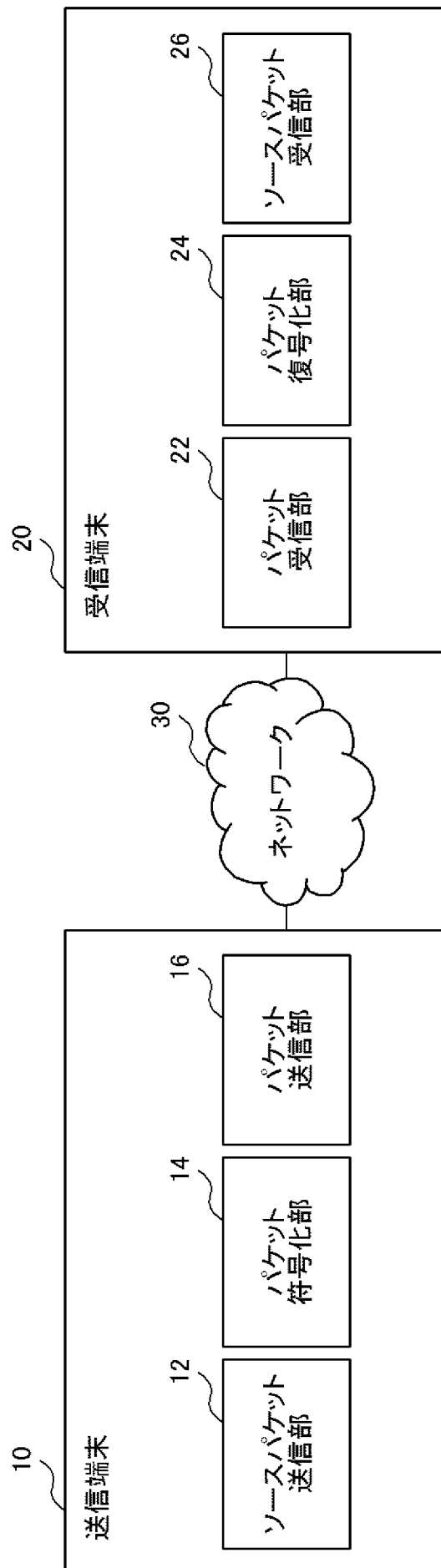
[図7]

					58-(Y-1)	62-(Y-1)
0	1	0	0	0	p2	0
0	0	1	0	0	p3	1
0	0	0	1	0	p4	1
0	0	0	0	1	p5	1

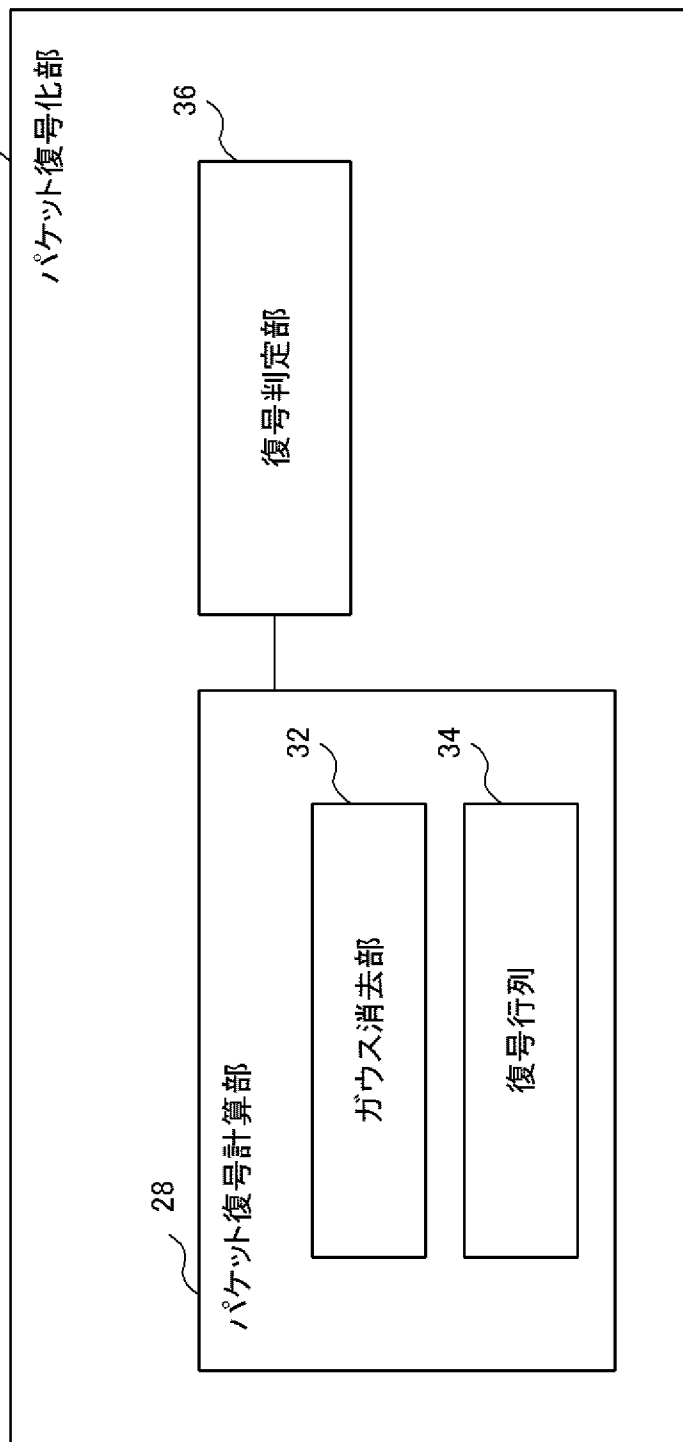
1	0	1	0	0	p1^p3
---	---	---	---	---	-------

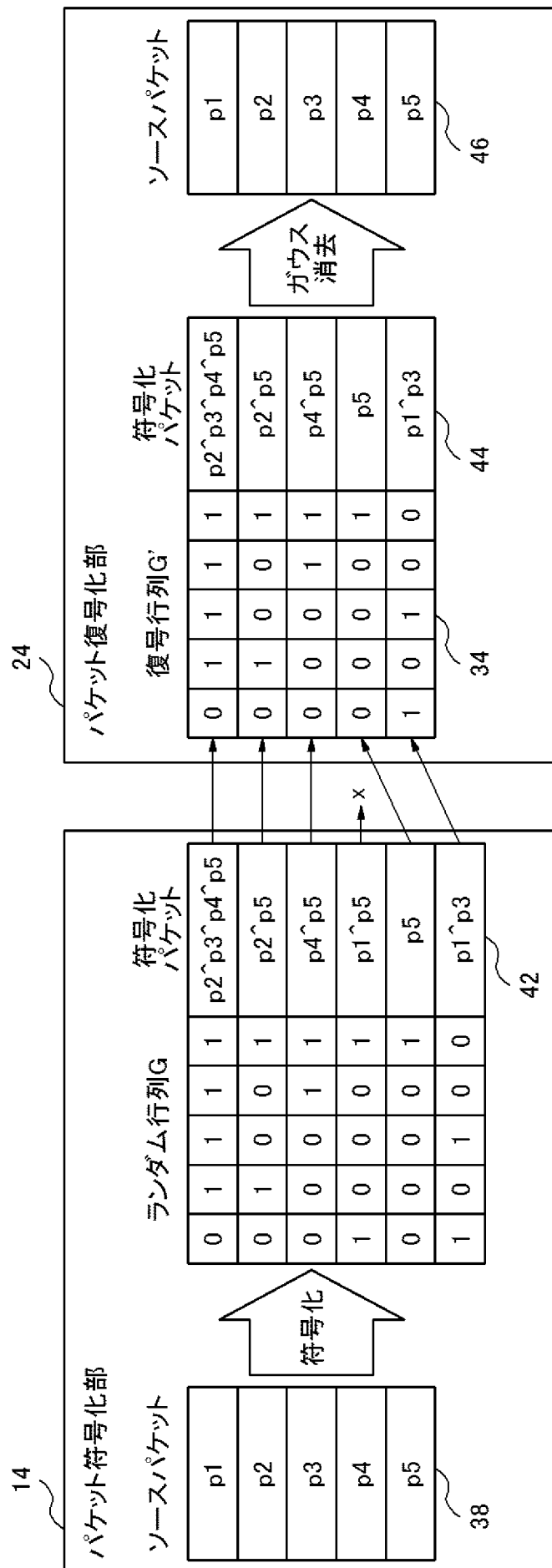
1	0	0	0	0	58-1-Y	62-Y
0	1	0	0	0	p2	1
0	0	1	0	0	p3	1
0	0	0	1	0	p4	1
0	0	0	0	1	p5	1

[図8]

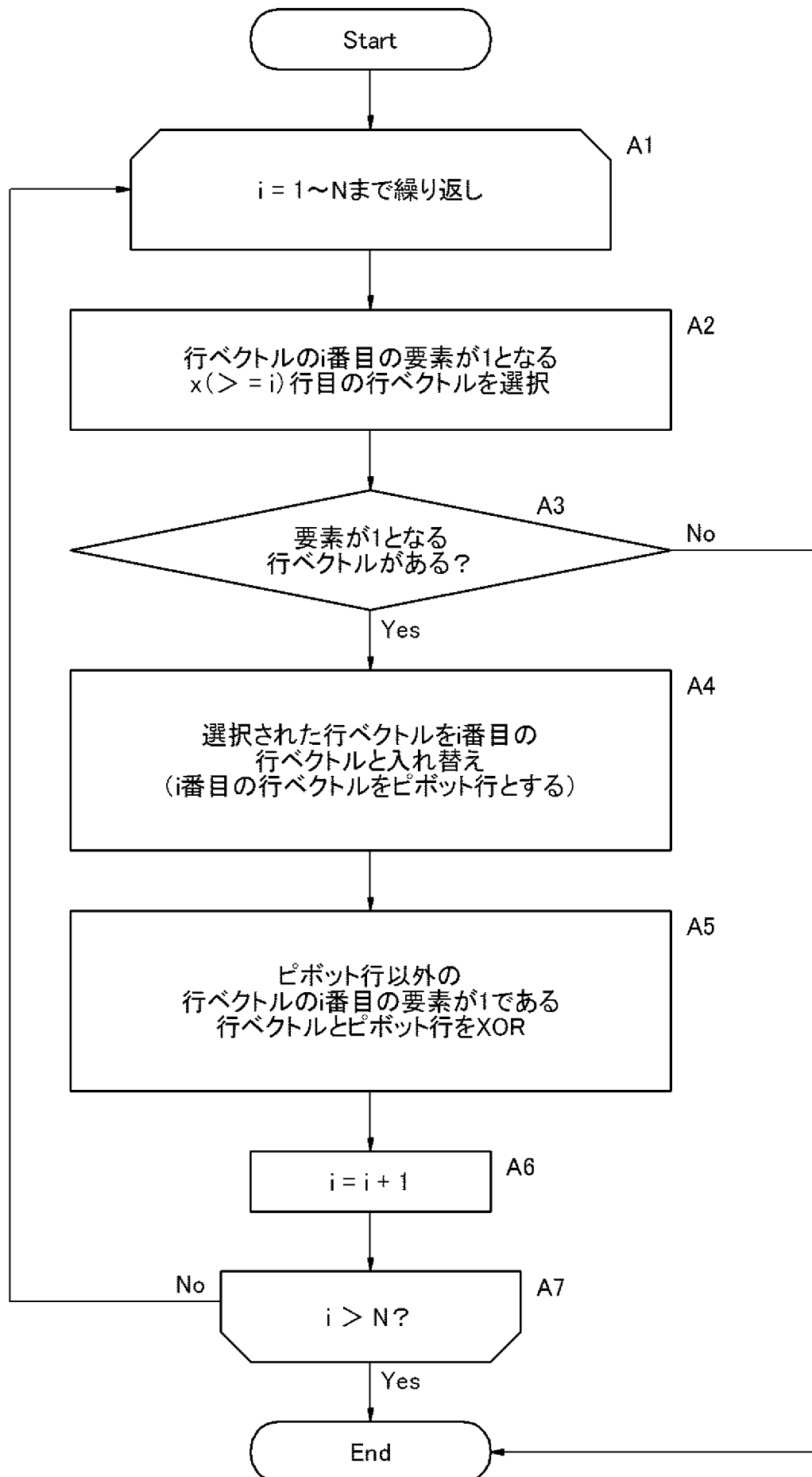


[図9]

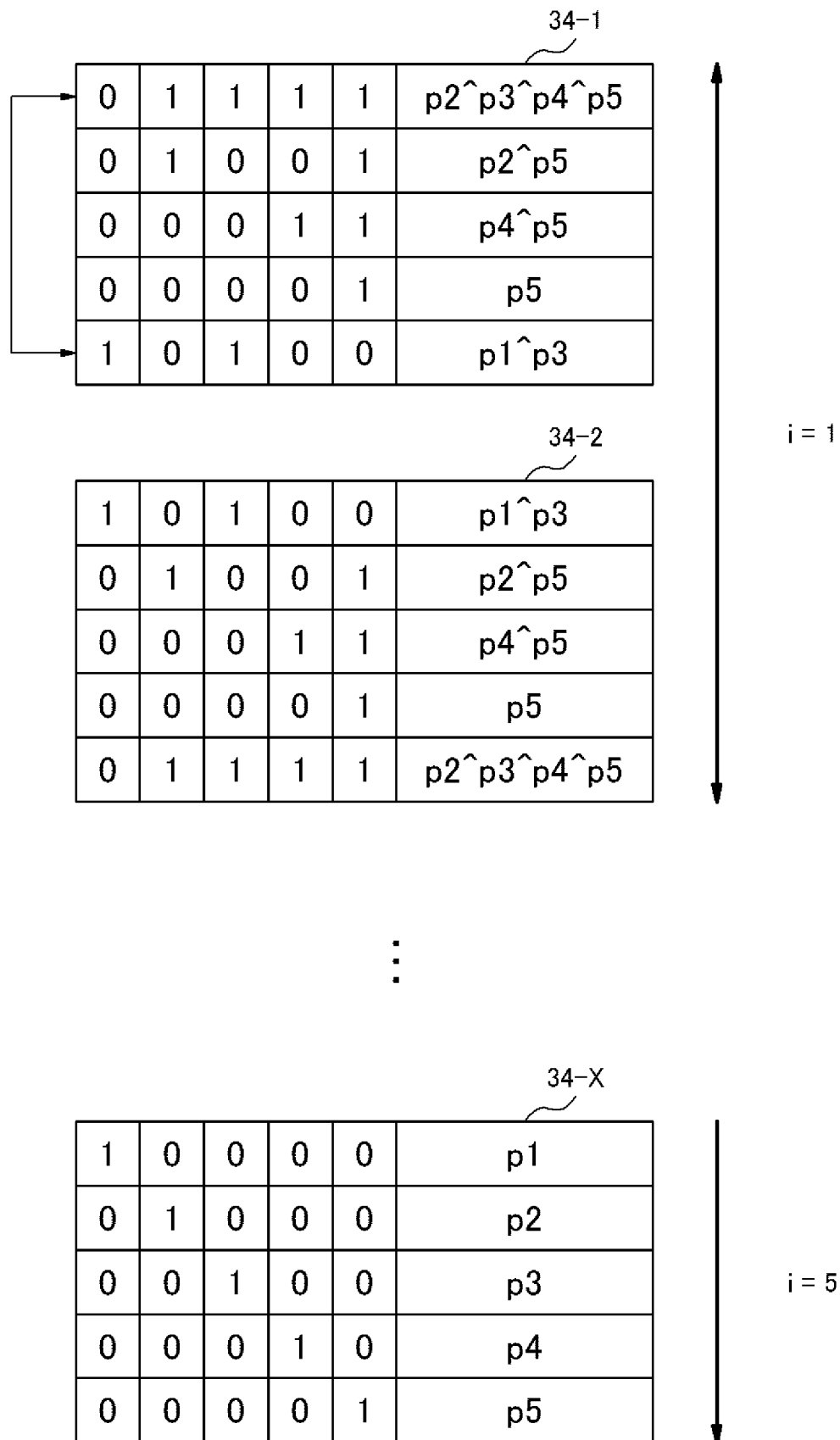




[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M13/47(2006.01)i, H03M13/19(2006.01)i, H03M13/37(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)

H03M13/47, H03M13/19, H03M13/37

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-41076 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 February 2011 (24.02.2011), abstract; claims 1 to 3 (Family: none)	1-10
A	Yuki HAYASHI et al., "Delay Guarantee Method using Rateless Code for High Lossy Networks", IEICE Technical Report, 07 November 2013 (07.11. 2013), vol.113, no.292, pages 91 to 96, NS2013- 132	1-10
A	Toshio ENDO et al., "Highly Latency-tolerant Gaussian Elimination", IPSJ SIG Notes, 05 August 2005 (05.08.2005), vol.2005, no.81, pages 121 to 126	1-10

☐ 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 July 2015 (22.07.15)

Date of mailing of the international search report
04 August 2015 (04.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03M13/47(2006.01)i, H03M13/19(2006.01)i, H03M13/37(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. H03M13/47, H03M13/19, H03M13/37

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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）

IEEE Xplore, CiNii

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
A	JP 2011-41076 A（三菱電機株式会社）2011.02.24, 要約、請求項1-3（ファミリーなし）	1-10
A	林 佑樹 他, レートレス符号を用いたパケット到達遅延保証方式, 電子情報通信学会技術研究報告, 2013.11.07, 第113巻, 第292号, pp.91-96, NS2013-132	1-10
A	遠藤 敏夫 他, 高い耐遅延性を持つガウス消去法, 情報処理学会研究報告, 2005.08.05, 第2005巻, 第81号, pp.121-126	1-10

☐ 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

22.07.2015

国際調査報告の発送日

04.08.2015

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）

岡 裕之

5 K

3251

電話番号 03-3581-1101 内線 3556