

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年5月22日 (22.05.2008)

PCT

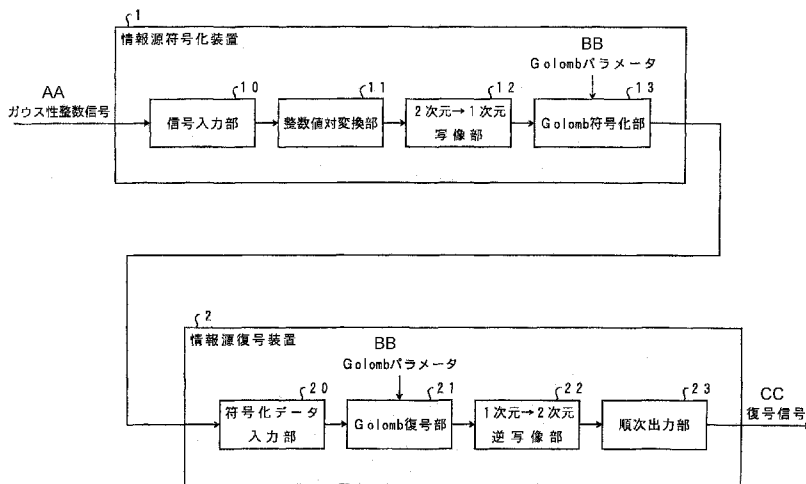
(10) 国際公開番号
WO 2008/059752 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 1/41 (2006.01) H04N 7/26 (2006.01)
H03M 7/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/071719
- (22) 国際出願日: 2007年11月8日 (08.11.2007)
- (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 2006-307512
2006年11月14日 (14.11.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高村 誠之 (TAKA-MURA, Seishi) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センター内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1048453 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE SIGNAL CODING METHOD AND DECODING METHOD, INFORMATION SOURCE CODING METHOD AND DECODING METHOD, DEVICES FOR THEM, THEIR PROGRAMS, AND MEMORY MEDIUM WITH RECORDED PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像信号符号化方法及び復号方法、情報源符号化及び復号方法、それらの装置、及びそれらのプログラム並びにプログラムを記録した記憶媒体



- AA GUASSIAN INTEGER SIGNAL
- 1 INFORMATION SOURCE CODING DEVICE
- BB Golomb PARAMETER
- 10 SIGNAL INPUT UNIT
- 11 INTEGER VALUE PAIR TRASFORMING UNIT
- 12 TWO-DIMENSIONAL-TO-ONE-DIMENSIONAL MAPPING UNIT
- 13 Golomb CODING UNIT
- 2 INFORMATION SOURCE DECODING DEVICE
- 20 DECODING DATA INPUT UNIT
- 21 Golomb DECODING UNIT
- 22 ONE-DIMENSIONAL-TO-TWO-DIMENSIONAL INVERSE MAPPING UNIT
- 23 SEQUENTIAL OUTPUT UNIT
- CC DECODED SIGNAL

(57) Abstract: An information source coding method, which codes a Gaussian integer signal, is provided with a step that inputs a series of signal values of the Gaussian integer signals subjected to code; a step that makes respective two signal values included in the series of signal values a pair of integers in the input order; a step that regards each of the pairs of the integers as lattice points on two-dimensional coordinates, carries out transform from a two-dimensional map to a one-dimensional map to make closer lattices to the origin smaller in value, and obtains an integer value that is not less than 0; and a step that codes the integer values by means of codes used for coding an exponentially distributed information source.

(57) 要約: ガウス性整数信号を符号化する情報源符号化方法であって、符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列を入力するステップと、前記入力した信号値系列に含まれる信号値を、その入力順に

[続葉有]



WO 2008/059752 A1



OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

画像信号符号化方法及び復号方法、情報源符号化及び復号方法、それらの装置、及びそれらのプログラム並びにプログラムを記録した記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、ガウス性整数信号を示す画像信号を簡易かつ効率よく符号化する画像信号符号化方法と、その画像信号符号化方法により生成された符号化データを復号する画像信号復号方法と、ガウス性整数信号を簡易かつ効率よく符号化する情報源符号化方法およびその装置と、その情報源符号化方法により生成された符号化データを復号する情報源復号方法およびその装置と、その情報源符号化方法の実現に用いられる情報源符号化プログラムおよびそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体と、その情報源復号方法の実現に用いられる情報源復号プログラムおよびそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体とに関する。

本願は、2006年11月14日に出願された特願2006-307512号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガウス性信号は、生起確率が正規分布(ガウス分布とも呼ばれる)に従う信号であり、この正規分布は数学・工学の様々な場面で現れる極めて重要な分布である。

[0003] ここで符号化対象として取り上げるガウス性信号は、信号値が整数のものであるとする。また、一般性を失わない仮定として、信号平均値は0で、iid(independent and identically distributed:独立かつ同一分布)であるとする。

[0004] 整数信号の符号化方式は多数知られているが、それらのうちGolomb符号は、指数分布(ラプラス分布や幾何分布とも呼ばれる。特に断らない限り両側指数分布のことを指す)に従う信号を効率よく符号化でき、かつ符号化・復号のための表が不要で、処理が極めて簡易な瞬時復号可能な符号であり、広く用いられている。さらに、任意に大きな整数入力値を符号化することが可能という特長がある。

[0005] Golomb符号は、1以上の整数値をとるGolomb符号パラメータ(g と呼ぶことにする

)により、その符号表現が変化する。

[0006] 図20に示す表は、整数 $z=0, \dots, 10$ に対するGolomb符号(Golomb符号パラメータ $g=1, \dots, 6$)である。Golomb符号には、各符号パラメータ g において、被符号化整数 z の値が g の値だけ増すと符号長が1増す、という関係がある。

Golomb符号パラメータ g が増すにつれ符号長の増加は緩やかになるため、緩やかな分布の符号化にはGolomb符号パラメータ g を大きくすることが向き、逆に、Golomb符号パラメータ g が減少するにつれて符号長の増加は急になるため、0に集中する急峻な分布の符号化にはGolomb符号パラメータ g を小さくすることが向く。

[0007] ここで、指数分布に従う信号としては、画像信号中、時空間的に隣接する画素間の輝度差や、画素輝度値の直交変換係数などがあり、この符号化にGolomb符号が用いられることがある。

[0008] 一方、Huffman符号は、符号表を用い、瞬時復号可能、かつ平均符号量が全ての可変長符号中最短となる符号(コンパクト符号)であり、また、算術符号は、可変長符号と異なる方式により定常的信号源を(コンパクト符号をときとして上回る)理論限界まで圧縮可能な符号である。

[0009] 下記に示す特許文献1には、ニューラルネットワークによって画像の特徴量を2進探索木に従ってベクトル量子化するという発明が記載されているが、この発明は動的ハフマン符号化を利用して画像を符号化するという技術である。

[0010] 図21に、平均0、分散16の正規分布および指数分布の頻度分布を示す。縦軸は頻度確率であり、分布の両裾がわかりやすいようにと、対数で表示している。このように、縦対数グラフでは正規分布は放物線、指数分布は三角形となる。

[0011] このような左右対称な整数分布は、符号化するために、各値を0以上の整数に変換する必要がある。これには、正負情報と絶対値情報とに分離して表現する方法や、次のような比較的単純な変換などがよく用いられる。

[0012] この変換は、変換前の値を a 、変換後を b とすると

$$b=2a-1 \quad a>0 \text{ の場合}$$

$$b=-2a \quad a \leq 0 \text{ の場合}$$

とするものであり、この変換により、 a として例えば $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ は、それ

ぞれbとして6, 4, 2, 0, 1, 3, 5に変換される。

- [0013] Golomb 符号をガウス性信号の符号化に用いた場合、符号化効率が Huffman 符号や算術符号のそれより大きく低下してしまう。これは、Golomb 符号が仮定している信号生起確率が、正規分布ではなく指数分布に従うことに起因する、本質的な問題である。
- [0014] Golomb 符号のように符号表を必要としない符号には Fibonacci 符号、Elias 符号、Exp-Golomb 符号など様々な種類が存在するが、信号の生起確率が正規分布に従うことを仮定した符号は存在しない。
- [0015] 下記に示す非特許文献1が、その8頁で、“Contrarily to what happens for geometric and double-sided geometric distributions, there is no simple, instantaneous code for the normal distribution.”、すなわち、「指数分布や両側指数分布の場合と異なり、正規分布のための簡易かつ瞬時復号可能な符号はない」と述べているように、信号の生起確率が正規分布に従うことを仮定した符号は存在しない。
- [0016] そのため、ガウス性信号の符号化において、「符号化効率」を優先する場合には、従来、Huffman 符号あるいは算術符号などが用いられていた。
- [0017] しかしながら、これには、
- ・算術符号では、符号化器・復号器ともに、Golomb 符号では必要としない頻度表が必要となる
 - ・Huffman 符号では、符号化器・復号器ともに、Golomb 符号では必要としない符号表あるいは頻度表が必要となる
 - ・両者ともに、例外処理なしには任意入力値の符号化ができない、すなわち入力値の範囲を予め知りうる必要がある
 - ・両者ともに、処理量が Golomb 符号より多く、特に算術符号は多いなどの問題があった。
- [0018] また、下記に示す非特許文献2では、一般化ガウス性信号源の瞬時復号可能な Hybrid Golomb 符号を提案している。これは任意に大きい整数入力値の符号化復号が可能であるが、構成が複雑であり、正規分布より急峻な指数分布よりさらに急峻な分布を対象としているという問題があった。

[0019] また、ガウス性信号の符号化において、「符号化処理の簡易さ」を優先する場合には、従来、非特許文献1に記載されるように、符号化効率を犠牲にしGolomb 符号化する方法が採られていた。ただし、この方法では、Golomb 符号パラメータを最適化する必要があるという問題があった。

特許文献1:特開2001-5967号公報

非特許文献1:P Boldi, S Vigna: "Compressed perfect embedded skip lists for quick inverted-index lookups", Proceedings of String Processing and Information Retrieval, 12th International Conference, pp.1-15, 2005

非特許文献2:S Xue, Y Xu, B Oelmann: "Hybrid Golomb codes for a group of quantised GG sources", IEE Proceedings, Vision Image and Signal Processing, Vol.150, No.4, pp.256-260, 2003

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0020] 正規分布に従う一般的な画像や音声などの種々の信号源を効率的に符号化するユニバーサル符号が広く求められているものの、非特許文献1に記載されているように、信号の生起確率が正規分布に従うことを仮定した符号は存在しない。

[0021] そこで、Golomb 符号を使って、ガウス性信号を符号化するという方法を用いることが考えられる。

[0022] 前述したように、Golomb 符号は、指数分布に従う信号を効率よく符号化でき、かつ符号化・復号のための表が不要で、処理が極めて簡易な瞬時復号可能な符号であり、さらに、任意に大きな整数入力値を符号化することが可能という特長がある。

[0023] しかしながら、Golomb 符号は、指数分布の信号生起確率を仮定していることから、ガウス性信号の符号化に用いた場合には、符号化効率がHuffman符号や算術符号のそれより大きく低下してしまう。

[0024] これから、従来では、ガウス性信号を符号化する場合には、Huffman符号や算術符号を用いるようにしている。

[0025] しかしながら、Huffman符号や算術符号を用いる場合には、Golomb 符号では必要としない頻度表が必要になるという問題や、入力値の範囲を予め知りうる必要がある

という問題や、処理量がGolomb 符号よりも多いという問題がある。

[0026] このような問題を考慮して、非特許文献2では、Hybrid Golomb 符号を提案している。しかしながら、この方法は構成が複雑であるという問題があるとともに、正規分布より急峻な指数分布よりさらに急峻な分布を対象としているという問題がある。

[0027] また、非特許文献1では、符号化効率のことを考えずに、符号化処理の簡易さを優先して、Golomb 符号パラメータを最適化してGolomb 符号を用いるようにしている。しかしながら、この方法は符号化効率がHuffman符号や算術符号よりも低下するという問題があるとともに、Golomb 符号パラメータを最適化する必要があるという問題がある。

[0028] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、ガウス性整数信号を簡易かつ効率よく符号化・復号することができるようにする新たな情報源符号化・復号技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0029] [1]本発明の情報源符号化装置

本発明の情報源符号化装置は、ガウス性整数信号を簡易かつ効率よく符号化することを実現するために、(イ)符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列を入力する入力手段と、(ロ)入力手段の入力した信号値系列に含まれる信号値を、その入力順に二個ずつの整数値対とする整数値対変換手段と、(ハ)整数値対変換手段の変換した整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得る写像手段と、(ニ)指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って、写像手段の得た整数値を符号化する符号化手段とを備えるように構成する。

[0030] この構成を採るときに、符号化手段は、指数分布に従う情報源の符号化に好適なGolomb 符号を使って写像手段の得た整数値を符号化することがあり、このときには、Golomb 符号パラメータの自動設定を可能とするために、(i)入力手段の入力した信号値の分散を算出する分散算出手段と、(ii)分散算出手段の算出した分散値に比例する値を持つGolomb 符号の符号パラメータを決定する符号パラメータ決定手段とを備えることがある。

[0031] ここで、本発明の情報源符号化装置は、ガウス性整数信号を示す画像信号を符号化対象とすることも可能であり、この場合には、本発明の情報源符号化装置は画像信号符号化装置として機能することになる。

[0032] 以上の各処理手段が動作することで実現される本発明の情報源符号化方法はコンピュータプログラムでも実現できるものであり、このコンピュータプログラムは、適当なコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供されたり、ネットワークを介して提供され、本発明を実施する際にインストールされてCPUなどの制御手段上で動作することにより本発明を実現することになる。

[0033] [2]本発明の情報源復号装置

本発明の情報源復号装置は、本発明の情報源符号化装置の生成した符号化データを復号することを実現するために、(イ)本発明の情報源符号化装置の生成した整数値の符号化データを復号することで、その整数値を復号する復号手段と、(ロ)復号手段の復号した整数値に対して、本発明の情報源符号化装置が用いた2次元→1次元写像の逆写像である1次元→2次元写像を施すことで、その整数値の写像元となった整数値対を復元する復元手段と、(ハ)復元手段の復元した整数値対を構成する整数値を、その順番に出力する出力手段とを備えるように構成する。

[0034] この構成を採るときに、本発明の情報源符号化装置がGolomb 符号を使って整数値の符号化データを生成するときには、復号手段は、整数値の符号化データをGolomb 復号することで整数値を復号する。

このとき、本発明の情報源符号化装置が、符号化対象の信号値の分散に比例する値を持つGolomb 符号の符号パラメータを決定するときには、復号に用いるGolomb 符号パラメータとして、そのようにして決定されたGolomb 符号パラメータを入力するGolomb 符号パラメータ入力手段を備えることになる。

[0035] ここで、本発明の情報源符号化装置がガウス性整数信号を示す画像信号を符号化対象として符号化データを生成する場合には、本発明の情報源復号装置は画像信号復号装置として機能することになる。

[0036] 以上の各処理手段が動作することで実現される本発明の情報源復号方法はコンピュータプログラムでも実現できるものであり、このコンピュータプログラムは、適当なコ

ンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供されたり、ネットワークを介して提供され、本発明を実施する際にインストールされてCPUなどの制御手段上で動作することにより本発明を実現することになる。

発明の効果

[0037] 以上に説明したように、本発明によれば、数学・工学の様々な場面で現れるにもかかわらず、従来のGolomb 符号などでは効率的に符号化ができなかったガウス性整数信号を、簡易かつ効率よく符号化し復号することができるようになる。

[0038] また、一般に情報源の拡大により可変長符号の符号化効率は改善する。本発明で用いる整数値対一整数値の変換処理は情報源の二次拡大に他ならず、これから、本発明によれば、符号化効率を改善できるという利点を持っている。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]本発明で実行する2次元→1次元写像の一例を示す図である。

[図2]整数値対と整数値との対応関係について記憶するテーブルの説明図である。

[図3]本発明の情報源符号化装置および情報源復号装置の装置構成の一実施形態例である。

[図4]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行するフローチャートである。

[図5]本発明で実行する2次元→1次元写像を実現するアルゴリズムの説明図である。

[図6]本発明の有効性を検証するために行った実験結果の説明図である。

[図7]同様に、本発明の有効性を検証するために行った実験結果の説明図である。

[図8]同様に、本発明の有効性を検証するために行った実験結果の説明図である。

[図9]同様に、本発明の有効性を検証するために行った実験結果の説明図である。

[図10]同様に、本発明の有効性を検証するために行った実験結果の説明図である。

[図11]上記実施形態例の情報源復号装置の実行するフローチャートである。

[図12]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行する詳細なフローチャートである。

[図13]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行する詳細なフローチャートである。

[図14]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行する詳細なフローチャートである

。

[図15]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行する詳細なフローチャートである

。

[図16]上記実施形態例の情報源符号化装置の実行する詳細なフローチャートである

。

[図17]上記実施形態例の情報源復号装置の実行する詳細なフローチャートである。

[図18]上記実施形態例の情報源復号装置の実行する詳細なフローチャートである。

[図19]上記実施形態例の情報源復号装置の実行する詳細なフローチャートである。

[図20]Golomb 符号の説明図である。

[図21]正規分布および指数分布の説明図である。

符号の説明

- [0040]
- 1 情報源符号化装置
 - 2 情報源復号装置
 - 10 信号入力部
 - 11 整数値対変換部
 - 12 2次元→1次元写像部
 - 13 Golomb 符号化部
 - 20 符号化データ入力部
 - 21 Golomb 復号部
 - 22 1次元→2次元逆写像部
 - 23 順次出力部

発明を実施するための最良の形態

[0041] 本発明の情報源符号化方法では、 $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots$ というような順に入力されるガウス性整数信号を、 (a_1, a_2) , (a_3, a_4) , \dots というように、その入力順に2要素ずつの整数値対に変換する。この整数値対を (x, y) とする。

[0042] 続いて、この整数値対 (x, y) に対して、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値 z を得る。

- [0043] この2次元→1次元写像は、原点に近い格子点ほど小さな値に写像するものであり、例えば、図1に示すような形で、整数値対(x, y)を整数値zに写像する。
- [0044] この写像処理は、例えば、図2に示すように、あらかじめ整数値対と整数値との対応関係について記憶するテーブルを用意しておいて、整数値対(x, y)をキーにしてそのテーブルを参照することで、整数値対(x, y)に対しての写像結果となる整数値zを得ることで行うことが可能である。
- [0045] ここで、このとき用意するテーブルは、Huffman符号や算術符号を用いる場合に必要とされる頻度表と異なって、符号化対象の情報源に依存せず一般的なものとして用意することができる。
- [0046] また、この写像処理は、原点の格子点を起点にして、未処理の(列挙されていない)格子点と原点との距離の最小値を求めて、その最小距離の格子点を規定の順番に従って列挙して整数値を割り当てることを繰り返していくことで、整数値対(x, y)についての写像結果となる整数値zを得る、という方法で行うことが可能である。
- [0047] ここで、この方法を用いると、信号値の上下限を仮定することなく、整数値対(x, y)と整数値zとを対応付けることが可能である。
- [0048] 本発明の情報源符号化方法で、原点に近い格子点ほど小さな値に写像するという2次元→1次元写像を用いる理由は次の通りである。
- [0049] すなわち、原点から距離Lだけ離れた格子点のz値は、半径Lの円周内の格子点数にほぼ等しく、それは円周の面積にほぼ等しい。これから、“ $z \doteq \pi L^2$ ”となる。なお、これは大局的に見ての近似であり(実際の格子点の数はかなり大きい)、例えばz=数百レベルにおいてほぼ等しくなる。
- [0050] この格子点の確率fは元々正規分布により“ $f \propto \exp(-aL^2)$ (但しaは定数)”のように表せ、従って“ $z \doteq \pi L^2$ ”という関係から、“ $f \propto \exp(-az/\pi)$ ”というようにzについての指数分布となる。
- [0051] このように、本発明の情報源符号化方法で用いる、原点に近い格子点ほど小さな値に写像するという2次元→1次元写像は、ガウス性信号源を指数分布の信号源に変換する可逆写像を実現する。
- [0052] これから、本発明の情報源符号化方法では、整数値対(x, y)に対して、この2次元

→1次元写像を施すことで整数値 z を得ると、Golomb 符号などのような指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って、その整数値 z を符号化する。

[0053] 前述したように、Golomb 符号は、指数分布に従う信号を効率よく符号化でき、かつ符号化・復号のための表が不要で、処理が極めて簡易な瞬時復号可能な符号であり、さらに、任意に大きな整数入力値を符号化することが可能という特長がある。

[0054] これから、本発明の情報源符号化方法によれば、ガウス性整数信号を簡易かつ効率よく符号化することができるようになる。

[0055] また、本発明の情報源復号方法では、 $z_1, z_2, z_3, z_4, \dots$ のように入力される整数値の符号化データを復号することで、本発明の情報符号化方法により符号化した整数値 z を符号化データの入力順に復号する。

[0056] このとき、本発明の情報源符号化方法がGolomb 符号を使って整数値の符号化データを生成するときには、その符号化データをGolomb 復号することで整数値を復号する。

[0057] 続いて、その復号した整数値 z に対して、本発明の情報源符号化方法が用いた2次元→1次元写像の逆写像である1次元→2次元写像を施すことで、その整数値の写像元となった整数値対 (x, y) を復元する。

[0058] この1次元→2次元写像は、本発明の情報源符号化方法が用いた2次元→1次元写像の写像処理を実行して、そのときに、復号した整数値 z が出現する場合に、それに対応付けられる整数値対 (x, y) を特定することで行う。

[0059] これから、この写像処理は、本発明の情報源符号化方法の行う写像処理と同様に、例えば、図2に示すように、あらかじめ整数値対と整数値との対応関係について記憶するテーブルを用意しておいて、整数値 z をキーにしてそのテーブルを参照することで、整数値 z に対しての写像結果となる整数値対 (x, y) を得ることで行うことが可能である。

[0060] また、この写像処理は、原点の格子点を起点にして、列挙されていない格子点と原点との距離の最小値を求めて、その最小距離の格子点を規定の順番に従って列挙して整数値を割り当てることを繰り返していくことで、整数値 z に対しての写像結果となる整数値対 (x, y) を得る、という方法で行うことが可能である。

- [0061] 続いて、本発明の情報源復号方法は、復元した整数値対 (x, y) を構成する整数値 x, y を、その順番に出力する。
- [0062] このように、本発明の情報源復号方法によれば、指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号で符号化された符号化データを復号することで、ガウス性整数信号を簡易かつ効率よく復号することができるようになる。
- [0063] 以下、ガウス性信号源の二次拡大と一次元系列化を経て、ガウス性信号源を指数性信号源に変換し、これを指数性信号源に適した性質のあるGolomb 符号により符号化するという実施の形態に従って、本発明について詳細に説明する。
- [0064] 図3に、本発明を具備する情報源符号化装置1および情報源復号装置2の装置構成の一実施形態例を図示する。
- [0065] この図に示すように、本発明の情報源符号化装置1は、符号化対象となるガウス性整数信号の信号値系列を入力する信号入力部10と、信号入力部10の入力した信号値を、その入力順に二個ずつの整数値対に変換する整数値対変換部11と、整数値対変換部11の変換した整数値対に対して、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得る2次元→1次元写像部12と、Golomb 符号を使って、2次元→1次元写像部12の得た整数値を符号化するGolomb 符号化部13とを備える。
- [0066] 一方、本発明の情報源復号装置2は、本発明の情報源符号化装置1の生成した整数値の符号化データを入力する符号化データ入力部20と、符号化データ入力部20の入力した整数値の符号化データをGolomb 復号することで、その整数値を復号するGolomb 復号部21と、本発明の情報源符号化装置1の備える2次元→1次元写像部12の写像処理を実行して、そのときに、Golomb 復号部21の復号した整数値が出現する場合に、それに対応付けられる整数値対を特定することで、Golomb 復号部21の復号した整数値の写像元となった整数値対を復元する1次元→2次元逆写像部22と、1次元→2次元逆写像部22の復元した整数値対を構成する整数値を、その順番に出力する順次出力部23とを備えるように構成する。
- [0067] 図4に、図3のように構成される本発明の情報源符号化装置1の実行するフローチャートの一例を図示する。

- [0068] 次に、このフローチャートに従って、本発明の情報源符号化装置1の実行する処理について詳細に説明する。
- [0069] 本発明の情報源符号化装置1は、先ず最初に、ステップS101で、ガウス性整数信号の信号値を、先頭からの順番に従って2要素ずつ入力する。
- [0070] 続いて、ステップS102で、 $a_1, a_2 \rightarrow a_3, a_4 \rightarrow, \dots$ というような順に入力されるガウス性整数信号を、 $(a_1, a_2), (a_3, a_4), \dots$ というように、その入力順に2要素ずつの整数値対に変換する。この整数値対を (x, y) とする。
- [0071] 続いて、ステップS103で、この整数値対 (x, y) に対して、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元 \rightarrow 1次元写像を施すことで0以上の整数値 z を得る。
- [0072] 続いて、ステップS104で、別途与えられるGolomb 符号パラメータ g を用いて、整数値 z をGolomb 符号化し、続くステップS105で、その符号化データを出力する。
- [0073] 続いて、ステップS106で、ガウス性整数信号の入力が尽きたかどうかを判定し、尽きていない場合は再びステップS101へ戻り、尽きている場合は終了する。
- [0074] ここで、Golomb 符号パラメータ g については別途与えるものとしたが、符号化前に入力信号の統計的性質を一旦調査し、その結果から適切に定めることも可能である。
- [0075] 入力信号の分散が σ^2 であれば、例えば
- $$g = 2 \cdot \log_e 2 \cdot \pi \cdot \sigma^2$$
- によりGolomb 符号パラメータ g を定めることができる。但し、適宜整数丸めを施すものとする。
- [0076] 図20で説明したように、Golomb 符号で符号化する場合、緩やかな分布の符号化にはGolomb 符号パラメータ g を大きくすることが向き、0に集中する急峻な分布の符号化にはGolomb 符号パラメータ g を小さくすることが向くので、このような法則でGolomb 符号パラメータ g を定めると、適切なパラメータの値を自動的に設定できるという利点がある。
- [0077] 次に、ステップS103で実行する2次元 \rightarrow 1次元写像について説明する。
- [0078] この2次元 \rightarrow 1次元写像では、図1にその一例を示すように、原点に近い格子点ほど小さい整数値 z に写像する。したがって、最初の9個の z に対応する1次元 \rightarrow 2次元

逆写像は図2に示すようになる。

[0079] 原点からの距離が等しい格子点は一般に複数存在するが、それらの順序付けは任意である。図1に示すように、反時計回りを保つように選ぶ、などが考えられるが、特にそうでなくとも、復号側でも逆変換ができるように、順序付けが一意に決まってさえいればよい。

[0080] 入力値 x, y の上下限値を仮定しておく必要はあるが、図2に示すような適切な表を用意しておけば、二次拡大・一次元系列化、およびその逆処理を表参照のみで簡易に行うことができる。

[0081] 実用上、入力の上下限値を仮定できる場合は多く、例えば、8bit 画像差分信号が対象であれば、 $-255 \leq x, y \leq 255$ としてよい。この場合、

$$(255 - (-255) + 1)^2 = 511^2 = 261, 121$$

という要素の表を持つこととなる。

[0082] 一方、入力の上下限を仮定できない場合も、例えば、図5に示すようなアルゴリズムにより発生する擬似コードにより、格子点を原点に近い順に限りなく列挙していくことで、 $(x, y) \leftrightarrow z$ の無限の対応づけが可能である。このアルゴリズムの詳細については後述する。

[0083] ここで、図5中に示す $l(x, y)$ は、原点と点 (x, y) の距離を与えるもので、距離として通常はユークリッド距離

$$l(x, y) = (x^2 + y^2)^{1/2}$$

を用いる。また、より処理が簡易な二乗ユークリッド距離

$$l(x, y) = x^2 + y^2$$

を用いても、順序付けの結果は変わらない。

[0084] また、距離関数 $l(x, y)$ は、必ずしも等方的でなくてもよく、入力ガウス情報源が厳密にiid(independent and identically distributed:独立かつ同一分布)でなく相関がある場合、適当な定数 α を用い、

$$l(x, y) = x^2 + y^2 + \alpha xy$$

としてもよい。ここで、 x, y に正の相関があれば $\alpha < 0$ 、負の相関があれば $\alpha > 0$ となる。

[0085] また、入力信号対の二次元分布の形状に応じ、

$$l(x, y) = |x| + |y|$$

というL1ノルムであったり、より一般的に、下式に示すL γ ノルム(各信号要素の γ 乗)を用いてもよい。

[0086] [数1]

$$l(x, y) = |x|^\gamma + |y|^\gamma$$

[0087] 次に、本発明の有効性を検証するために行った実験の結果について説明する。

[0088] 図6に、実際の画像を処理して得られたガウス性信号に非常に近い信号源の頻度分布を示す。縦軸は確率の対数である。この信号源の頻度分布が放物線状に分布している、すなわち、正規分布に従っていることがわかる。

[0089] 図7に、この信号源の信号を(x, y)の2数値対として順次取り出し、その頻度分布を3次元表示したものを示す。同様に縦軸は確率の対数である。グラフは放物線を回転した回転放物線面となる。

[0090] 図8に、その回転放物線面の等高線を示す。わずかな正相関が観察されるがほぼ同心円状となっている。

[0091] 縦対数グラフにおいて、指数分布は図21に示したように三角形となるが、信号を、

$$b = 2a - 1 \quad a > 0 \text{ の場合}$$

$$b = -2a \quad a \leq 0 \text{ の場合}$$

という変換により片側分布としたものは右下がりの直線となる。

[0092] 図9に、本発明に従って(x, y)に二次元→1次元写像を施し1次元値zと変換したものの頻度分布を、図6と同様の縦対数グラフで示す。

グラフはほぼ右下がりの直線となっている、つまり指数分布がよくあてはまることがわかる。従って、Golomb 符号による効率よい符号化が期待できる。

[0093] 実際の符号化結果を示す。用いた情報源はサンプル数13,509,440個、エントロピーから求まる情報量は64,035,731[bit]であった。これは理論値であり、実際の符号化において符号量はこの値を必ず上回る。

[0094] この情報源に本発明の二次元→1次元写像を施し、Golomb 符号パラメータ $g=7$ の

Golomb 符号で表現すると、64,503,706[bit] となり、0.73%の増加(符号化効率0.9927)で符号化が可能であった。

[0095] 比較のための従来法として、同じ情報源に特段の写像を施さずにGolomb 符号化すると、 $g=1$ のGolomb 符号が最小値を与え68,898,893[bit] 必要であった。符号化効率は0.9294であった。

[0096] その他4種類のデータについて同様の実験を行った。

[0097] 図10に、得られた符号化効率の比較を示す。この図でdata1～data5のうち、data1が上記のデータに対応している。本発明の符号化効率は最低でも約90%を達成しており、平均では、本発明は平均94.1%、従来方法は87.4%と約7ポイントの差があった。

[0098] このようにして、図4のフローチャートに従ってガウス性整数信号を符号化する構成を採る本発明の情報源符号化装置1の符号化処理の有効性を検証できた。

[0099] 図11に、図3のように構成される本発明の情報源復号装置2の実行するフローチャートの一例を図示する。

[0100] 次に、このフローチャートに従って、本発明の情報源復号装置2の実行する処理について詳細に説明する。

[0101] 本発明の情報源復号装置2は、先ず最初に、ステップS201で、本発明の情報源符号化装置1により生成された符号化データ(整数値 z のGolomb 符号)を、先頭からの順番に従って1要素ずつ入力する。

[0102] 続いて、ステップS202で、入力したGolomb 符号をGolomb 符号パラメータ g を用いて復号し、0以上の整数値 z を得る。

[0103] 続いて、ステップS203で、1次元→2次元写像を施すことで整数値 z を整数値対 (x, y) に写像し、続くステップS204で、この整数値対 (x, y) を x, y の順に出力する。

[0104] ここで、ステップS203で実行する1次元→2次元写像は、本発明の情報源符号化装置1が用いた2次元→1次元写像の写像処理を実行して、そのときに、復号した整数値 z が出現する場合に、それに対応付けられる整数値対 (x, y) を特定することで行う。

[0105] 続いて、ステップS205で、Golomb 符号の入力が尽きたかどうかを判定し、尽きて

いない場合はステップS201に戻り、尽きている場合は終了する。

実施例

[0106] 次に、図4のフローチャートのステップS102で実行する処理の実施例と、図4のフローチャートのステップS103で実行する処理の実施例と、図11のフローチャートのステップS203で実行する処理の実施例と、図11のフローチャートのステップS204で実行する処理の実施例について説明する。

[0107] [1] 図4のフローチャートのステップS102で実行する処理の実施例

図12に、図4のフローチャートのステップS102で実行する処理の詳細なフローチャートを図示する。

[0108] このステップS102では、ステップS101の処理で入力された2つのガウス性整数信号の信号値を受け取ると、図12のフローチャートに示すように、先ず最初に、ステップS301で、そのうちの先頭の信号値 x を入力してメモリ x に格納し、続いて、ステップS302で、もう一方の信号値 y を入力してメモリ y に格納する。

[0109] 続いて、ステップS303で、メモリ x から信号値 x を読み出すとともに、メモリ y から信号値 y を読み出して、それらの x 、 y を整数値対 (x, y) として出力する。

[0110] このようにして、ステップS102では、図12のフローチャートを実行することで、ガウス性整数信号の信号系列中の信号値を2つずつ束ねて出力するという処理を行うのである。

[0111] [2] 図4のフローチャートのステップS103で実行する処理の実施例

図13～図16に、図4のフローチャートのステップS103で実行する処理の詳細なフローチャートを図示する。

[0112] このステップS103では、図5に示すアルゴリズムにより実現される2次元→1次元写像を施すことで整数値対 (x, y) を整数値 z に写像する処理を行って、その整数値 z を出力する処理を行う。

[0113] すなわち、図13のフローチャートに示すように、先ず最初に、ステップS401で、写像対象となる整数値 x_0 、 y_0 を入力すると、続くステップS402で、格子点記憶メモリ Z を空にするとともに、変数 z を0に初期化する。

[0114] 続いて、ステップS403で、図14に示すフローチャートの処理で定義される手続きA

を実行し、続く

ステップS404で、図15に示すフローチャートの処理で定義される手続きBを実行する。

[0115] この手続きBの中で、図16に示すフローチャートの処理で定義される手続きXを実行することになるが、この手続きXでは、ある条件を満たすと、整数値対 (x_0, y_0) の写像結果となる整数値 z が求められたことを判断して、その整数値 z を出力して、ステップS405に進み、処理を終了する。

一方、その条件が満たされない場合には、何も出力せずに、ステップS403に戻ることで手続きAに戻る処理を行う。

[0116] 以下に、これらの手続きA, B, Xについて詳細に説明するが、ここで簡単に説明するならば、手続きAでは、手続きBで設定される“ $-dmin \leq x \leq dmin, -dmin \leq y \leq dmin$ ”について、整数値を割り当てていない未列挙の格子点 (x, y) を処理対象として、原点との間の距離の最小値 $dmin$ を求める。このとき、この最小値 $dmin$ を実現する格子点は通常の場合複数となる。

これから、手続きBでは、それらの格子点を規定の順番に従って1つずつ選び出して、それに対して前回よりも1つ大きな整数値を割り当てていく。

そして、手続きXで、その割り当てに際して、入力した (x_0, y_0) が格子点 (x, y) として現れたのか否かを判断して、現れた場合には、それに対して割り当てた整数値 z を写像結果として決定し、現れない場合には、手続きBで $dmin$ の値を1増やしてしていくことで、入力した (x_0, y_0) が現れるまで、この処理を繰り返していくことになる。

[0117] 次に、図14のフローチャートに従って、手続きAの処理について説明する。

[0118] この手続きAでは、 x, y がともに $-dmin$ 以上 $dmin$ 以下($dmin$ は整数で、手続きBにより1増やされていく)の2次元範囲内の格子点 (x, y) のうち、未列挙のものを処理対象として原点からの距離の最小値を求めてそれを $dmin$ とする、という処理を行う。

[0119] 先ず最初に、ステップS501で、整数値 $dmin$ を0に初期化する。続いて、ステップS502で、 x を $-dmin$ から $dmin$ 、 y を $-dmin$ から $dmin$ まで1間隔でもれなく規定の順番に従って、1ループ(S502~S508)に対して1組ずつ発生させる。

[0120] 続いて、ステップS503で、発生した (x, y) が格子点記憶メモリZに既に記憶されて

いるのか否かを判断して、既に記憶されている場合には、ステップS508に進み、記憶されていない場合には、ステップS504に進んで、変数dに対して、ステップS505の処理により求められる格子点(x, y)と原点との間の距離 $l(x, y)$ を代入する。

[0121] このとき用いる距離 $l(x, y)$ としては、例えば、

$$l(x, y) = x^2 + y^2$$

という関数を用いる。

[0122] 続いて、ステップS506で、dとdminとの大小を比較して、dがdmin以上である場合には、直ちにステップS508に進み、dがdmin未満である場合には、ステップS507に進んで、dminの値をdに設定してから、ステップS508に進む。

[0123] そして、ステップS508で、xとyがそれぞれ-dminからdminまでの範囲で全ての組み合わせが出尽くしたのか否かを判断して、まだ出尽くしていない場合には、ステップS502の処理に戻り、出尽くしていれば、手続きAとしての処理を終了する。

[0124] 次に、図15のフローチャートに従って、手続きBの処理について説明する。

[0125] この手続きBでは、x, yがともに-dmin以上dmin以下(dminは1増やしていく整数)の2次元範囲内の格子点(x, y)のうち、未列挙でかつ $l(x, y) = dmin$ (dmin: 手続きAで求められたもの)となるものについて、図16のフローチャートに示す「手続きX」を実行する、という処理を行う。

[0126] 先ず最初に、ステップS601で、フラグfoundを0に設定する。続いて、ステップS602で、xを-dminからdmin、yを-dminからdminまで1間隔でもれなく規定の順番に従って、1ループ(S602~S609)に対して1組ずつ発生させる。

[0127] 続いて、ステップS603で、発生した(x, y)が格子点記憶メモリZに既に記憶されているのか否かを判断して、既に記憶されている場合には、ステップS609に進み、記憶されていない場合には、ステップS604に進んで、変数dに対して、ステップS605の処理により求められる格子点(x, y)と原点との間の距離 $l(x, y)$ を代入する。

[0128] このとき用いる距離 $l(x, y)$ としては、例えば、

$$l(x, y) = x^2 + y^2$$

という関数を用いる。

[0129] 続いて、ステップS606で、dとdminとを比較し、dとdminとが一致しない場合には、

直ちにステップS609に進み、 d と d_{min} とが一致する場合には、ステップS607に進んで、手続きXを実行する。

[0130] 続いて、ステップS608で、格子点記憶メモリZに対して新たに整数値対 (x, y) を記憶させ、別途定義される整数 z の値を1増加させ、フラグfoundの値を1に設定してから、ステップS609に進む。

[0131] そして、ステップS609で、 x と y がそれぞれ $-d_{min}$ から d_{min} までの範囲で全ての組み合わせが出尽くしたのか否かを判断して、まだ出尽くしていない場合には、ステップS602の処理に戻り、出尽くしていれば、ステップS610に進んで、フラグfoundの値が0と等しいのか否かを判断する。

[0132] このステップS610の判断処理に従って、フラグfoundの値が0と等しくないことを判断するときには、ステップS601の処理に戻り、フラグfoundの値が0と等しいことを判断するときには、ステップS611に進んで、 d_{min} の値を1増やして、手続きBとしての処理を終了する。

[0133] 次に、図16のフローチャートに従って、手続きXの処理について説明する。

[0134] この手続きXでは、写像対象として入力された x_0 および y_0 の値が、現在ループで回している x および y の値とそれぞれ等しくなった場合に、それに対応付けられる1次元写像値 z を出力する、という処理を行う。

[0135] 先ず最初に、ステップS701で、 $x=x_0$ かつ $y=y_0$ であるのかを判断して、 $x=x_0$ かつ $y=y_0$ であることを判断する場合は、ステップS702に進んで、 (x, y) に割り当てられた整数値 z を写像結果として出力して、ステップS703に進んで、2次元→1次元写像処理を終了する。一方、 $x=x_0$ かつ $y=y_0$ でないことを判断する場合には、手続きXの処理を終了する(即ち、手続きBのステップS608に戻る)。

[0136] このようにして、図13～図16のフローチャートを実行することで、図4のフローチャートのステップS103では、図5に示すアルゴリズムにより実現される2次元→1次元写像を施すことで整数値対 (x, y) を整数値 z に写像する処理を行って、その整数値 z を出力する処理を行うのである。

[0137] [3] 図11のフローチャートのステップS203で実行する処理の実施例

図17～図18に、図11のフローチャートのステップS203で実行する処理の詳細な

フローチャートを図示する。

- [0138] このステップS203では、図5に示すアルゴリズムにより実現される1次元→2次元写像を施すことで、ステップS202の処理で復号された整数値 z を整数値対 (x, y) に写像する処理を行って、その整数値対 (x, y) を出力する処理を行う。
- [0139] すなわち、図17のフローチャートに示すように、先ず最初に、ステップS801で、写像対象となる整数値 z_0 を入力すると、続くステップS802で、格子点記憶メモリ Z を空にするとともに、変数 z を0に初期化する。
- [0140] 続いて、ステップS803で、図14に示すフローチャートの処理で定義される手続きAを実行し、続くステップS804で、図15に示すフローチャートの処理で定義される手続きBを実行する(ただし、「手続きX」が、以下に説明する「手続きX'」に変更される)。
- [0141] 即ち、この手続きBの中で、図18に示すフローチャートの処理で定義される手続きX'を実行することになるが、この手続きX'では、ある条件を満たすと、整数値 z_0 の写像結果となる整数値対 (x, y) が求められたことを判断して、その整数値対 (x, y) を出力して、ステップS805に進み、処理を終了する。
- 一方、その条件が満たされない場合には、何も出力せずに、ステップS803に戻ることで手続きAに戻る処理を行う。
- [0142] 次に、図18のフローチャートに従って、手続きX'の処理について説明する。
- [0143] この手続きX'では、写像対象として入力された z_0 の値が、現在ループで回している z の値と等しくなった場合に、それに対応付けられる2次元写像値 (x, y) を出力する、という処理を行う。
- [0144] 先ず最初に、ステップS901で、 $z=z_0$ であるのかを判断して、 $z=z_0$ であることを判断する場合は、ステップS902に進んで、整数値 z に対応付けられた整数値 (x, y) を写像結果として出力して、ステップS903に進んで、1次元→2次元写像処理を終了する。一方、 $z=z_0$ でないことを判断する場合には、手続きX'の処理を終了する(即ち、手続きBのステップS608に戻る)。
- [0145] このようにして、図17～図18のフローチャートを実行することで、図11のフローチャートのステップS203では、図5に示すアルゴリズムにより実現される1次元→2次元写

像を施すことで整数値 z を整数値対 (x, y) に写像する処理を行って、その整数値対 (x, y) を出力する処理を行うのである。

[0146] [4] 図11のフローチャートのステップS204で実行する処理の実施例

図19に、図11のフローチャートのステップS204で実行する処理の詳細なフローチャートを図示する。

[0147] このステップS204では、ステップS203の処理で得られた整数値対 (x, y) を受け取ると、図19のフローチャートに示すように、先ず最初に、ステップS1001で、そのうちの先頭の信号値 x をメモリ x に格納するとともに、もう一方の信号値 y をメモリ y に格納する。

[0148] 続いて、ステップS1002で、メモリ x から先頭の信号値 x を読み出して出力し、続くステップS1003で、メモリ y からもう一方の信号値 y を読み出して出力する。

[0149] このようにして、ステップS204では、図19のフローチャートを実行することで、写像結果の整数値対 (x, y) を構成する整数値 x, y をその順番に従って出力するという処理を行うのである。

産業上の利用可能性

[0150] 本発明は、ガウス性整数信号を符号化・復号対象とするものであり、ガウス性信号源を指数分布の信号源に変換する可逆写像を実現する構成を用いることで、数学や工学の様々な場面で現れるにもかかわらず、従来のGolomb 符号などでは効率的に符号化ができなかったガウス性整数信号を簡易かつ効率よく符号化し復号することができる。

請求の範囲

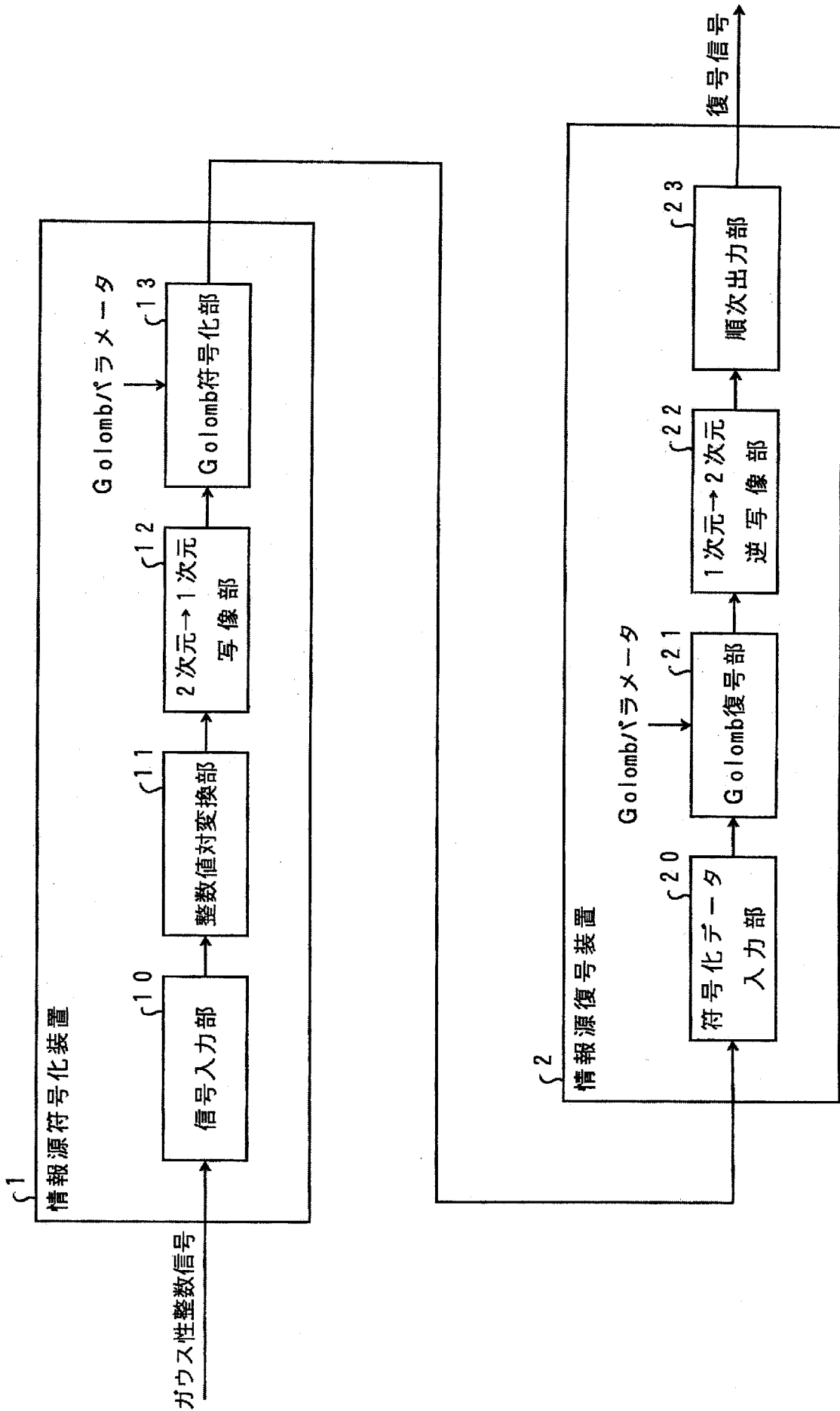
- [1] ガウス性整数信号を示す画像信号を符号化する画像信号符号化方法であって、
符号化対象の画像信号の信号値系列を入力するステップと、
前記入力した信号値系列に含まれる信号値を、その入力順に二個ずつの整数値対とするステップと、
前記整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得るステップと、
Golomb 符号を使って、前記整数値を符号化するステップと
を有する画像信号符号化方法。
- [2] 符号化対象のガウス性整数信号を示す画像信号の信号値系列をその入力順に二個ずつの整数値対として、その整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得て、それをGolomb 符号を使って符号化することにより生成された符号化データを復号する画像信号復号方法であって、
前記整数値の符号化データをGolomb 復号することで、前記整数値を復号するステップと、
前記復号した整数値に対して、前記2次元→1次元写像の逆写像である1次元→2次元写像を施すことで、前記整数値対を復元するステップと、
前記復元した整数値対を構成する整数値を、その順番に出力するステップと
を有する画像信号復号方法。
- [3] ガウス性整数信号を符号化する情報源符号化方法であって、
符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列を入力するステップと、
前記入力した信号値系列に含まれる信号値を、その入力順に二個ずつの整数値対とするステップと、
前記整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得るステップと、
指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って、前記整数値を符号化するステップと

- を有する情報源符号化方法。
- [4] 請求項3に記載の情報源符号化方法において、
前記符号化するステップでは、Golomb 符号を使って前記整数値を符号化する情報源符号化方法。
- [5] 請求項4に記載の情報源符号化方法において、
前記入力した信号値の分散を算出するステップと、
前記算出した分散値に比例する値を持つGolomb 符号の符号パラメータを決定するステップと
を有する情報源符号化方法。
- [6] 請求項3に記載の情報源符号化方法において、
前記整数値を得るステップでは、あらかじめ作成された前記整数値対と前記整数値との対応関係を記憶するテーブルを参照することで、前記整数値対についての写像結果となる前記整数値を得る情報源符号化方法。
- [7] 請求項3に記載の情報源符号化方法において、
前記整数値を得るステップでは、原点の格子点を起点にして、列挙されていない格子点と原点との距離の最小値を求めて、その最小距離の格子点を規定の順番に従って列挙して整数値を割り当てることを繰り返していくことで、前記整数値対についての写像結果となる前記整数値を得る情報源符号化方法。
- [8] 符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列をその入力順に二個ずつの整数値対として、その整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得て、それを指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って符号化することにより生成された符号化データを復号する情報源復号方法であって、
前記整数値の符号化データを復号することで、前記整数値を復号するステップと、
前記復号した整数値に対して、前記2次元→1次元写像の逆写像である1次元→2次元写像を施すことで、前記整数値対を復元するステップと、
前記復元した整数値対を構成する整数値を、その順番に出力するステップと
を有する情報源復号方法。

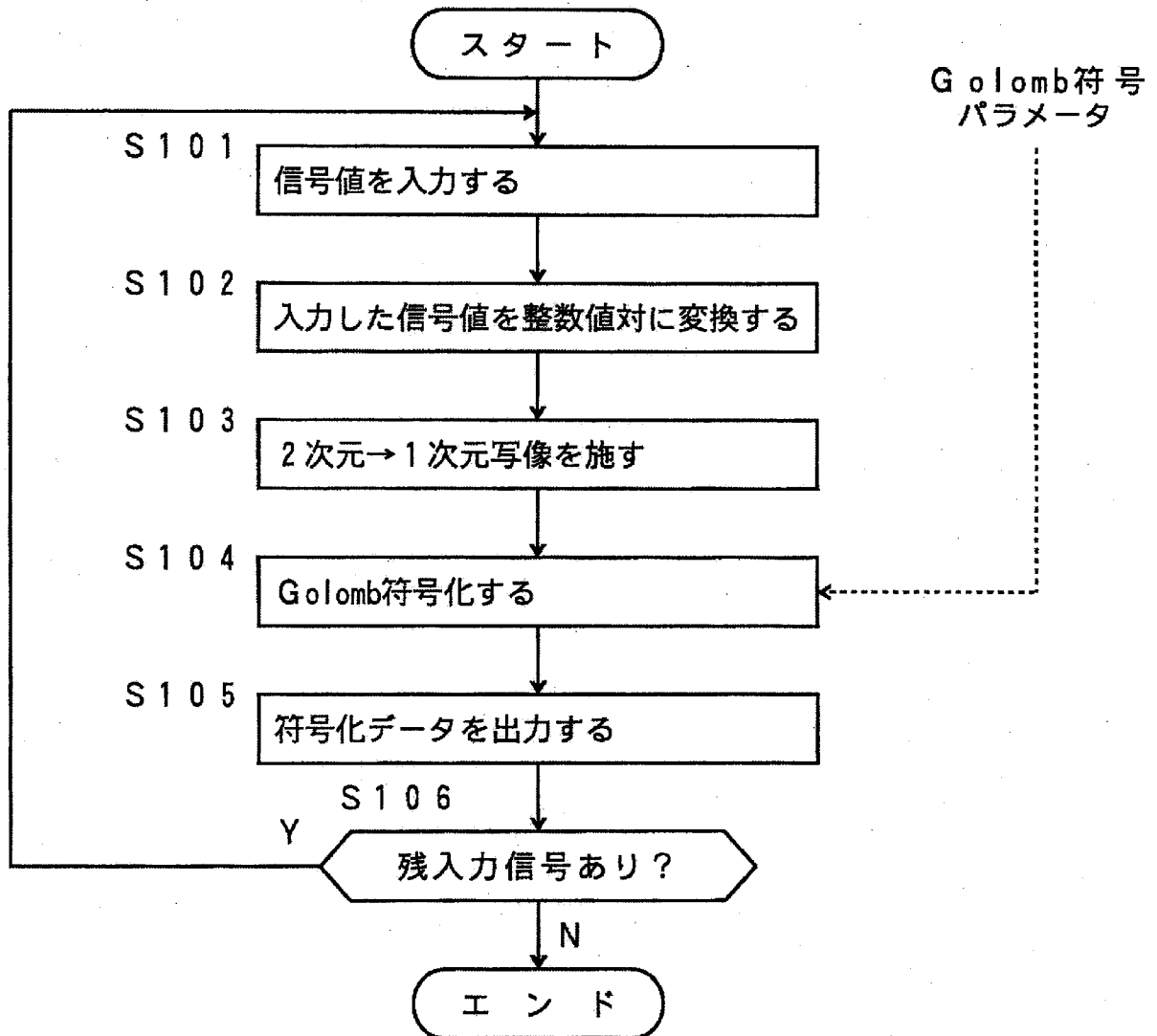
- [9] 請求項8に記載の情報源復号方法において、
前記指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号として、Golomb 符号が用いられる情報源復号方法。
- [10] 請求項9に記載の情報源復号方法において、
前記整数値の符号化データの復号に、前記Golomb 符号のGolomb 符号パラメータを用い、
前記信号値系列に含まれる信号値の分散に比例する値を持つものとして設定されたGolomb 符号パラメータを入力するステップを有する情報源復号方法。
- [11] 請求項8に記載の情報源復号方法において、
前記整数値対を復元するステップでは、あらかじめ作成された前記整数値対と前記整数値との対応関係を記憶するテーブルを参照することで、前記整数値についての逆写像結果となる前記整数値対を復元する情報源復号方法。
- [12] 請求項8に記載の情報源復号方法において、
前記整数値対を復元するステップでは、前記2次元→1次元写像として、原点の格子点を起点にして、列挙されていない格子点と原点との距離の最小値を求めて、その最小距離の格子点を規定の順番に従って列挙して整数値を割り当てることを繰り返していくことで、前記整数値対についての写像結果となる前記整数値を得るという写像が用いられる場合には、その写像結果に基づいて、前記整数値についての逆写像結果となる前記整数値対を復元する情報源復号方法。
- [13] ガウス性整数信号を符号化する情報源符号化装置であって、
符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列を入力する手段と、
前記入力した信号値系列に含まれる信号値を、その入力順に二個ずつの整数値対とする手段と、
前記整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得る手段と、
指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って、前記整数値を符号化する手段と
を有する情報源符号化装置。

- [14] 請求項13に記載の情報源符号化装置において、
前記符号化する手段は、Golomb 符号を使って前記整数値を符号化する情報源符号化装置。
- [15] 符号化対象のガウス性整数信号の信号値系列をその入力順に二個ずつの整数値対として、その整数値対の各々を2次元座標上の格子点と見て、原点に近い格子点ほど小さな値に写像する2次元→1次元写像を施すことで0以上の整数値を得て、それを指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号を使って符号化することにより生成された符号化データを復号する情報源復号装置であって、
前記整数値の符号化データを復号することで、前記整数値を復号する手段と、
前記復号した整数値に対して、前記2次元→1次元写像の逆写像である1次元→2次元写像を施すことで、前記整数値対を復元する手段と、
前記復元した整数値対を構成する整数値を、その順番に出力する手段と
を有する情報源復号装置。
- [16] 請求項15に記載の情報源復号装置において、
前記指数分布に従う情報源の符号化に用いられる符号として、Golomb 符号が用いられる情報源復号装置。
- [17] 請求項3に記載の情報源符号化方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための情報源符号化プログラム。
- [18] 請求項3に記載の情報源符号化方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための情報源符号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
- [19] 請求項8に記載の情報源復号方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための情報源復号プログラム。
- [20] 請求項8に記載の情報源復号方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための情報源復号プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
。

[図3]



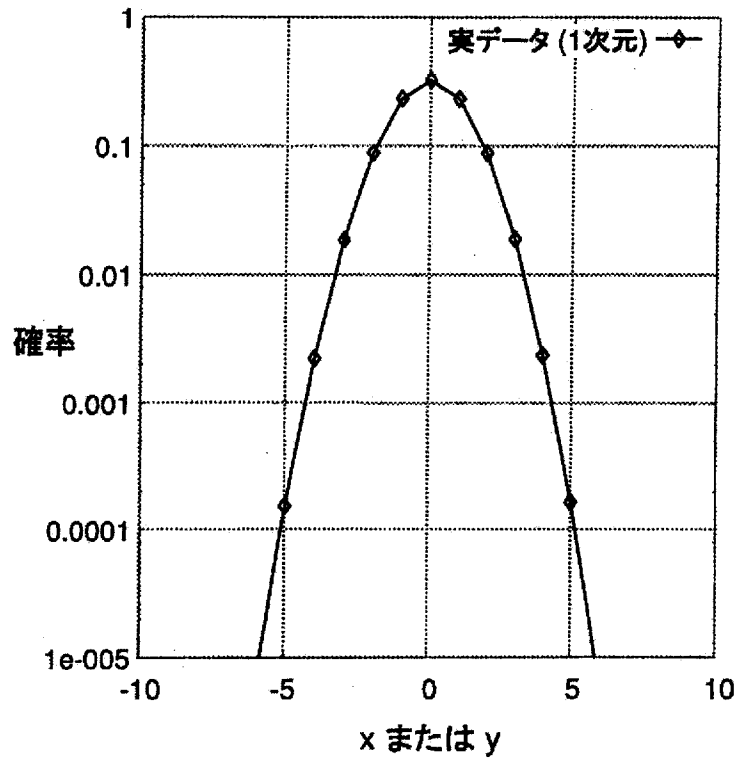
[図4]



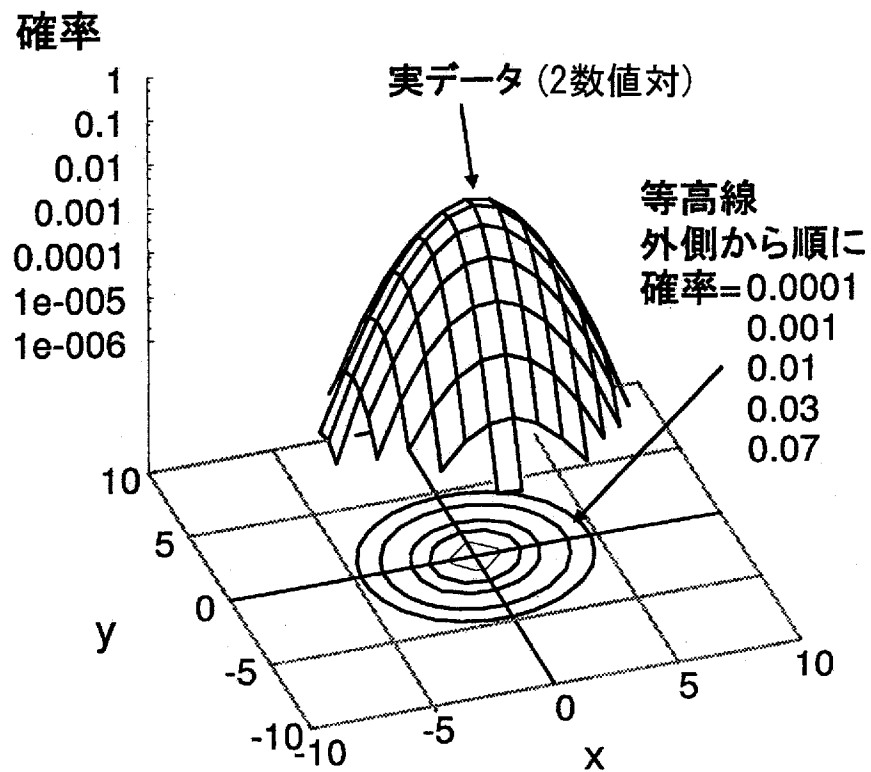
[図5]

```
Z ← ∅ { 空集合 }
z ← 0
dmin ← 0
loop { 列挙されていない格子点と原点との距離の最小値 (dmin) を求める }
  for all (x,y) such that l(x,y) ≤ dmin かつ (x,y) ∉ Z do
    d ← l(x,y)
    if d < dmin then
      dmin ← d
    end if
  end for
  repeat
    found ← 偽
    for all (x,y) such that l(x,y) ≤ dmin かつ (x,y) ∉ Z do
      if l(x,y) = dmin then { 距離が dmin の点を列挙し Z に記憶 }
        found ← 真
        print z, (x,y)
        Z ← Z ∪ (x,y)
        z ← z + 1
      end if
    end for
  until found = 真
  dmin ← dmin + 1 { 列挙すべき点がなくなったら範囲を広げて最初へ戻る }
end loop
```

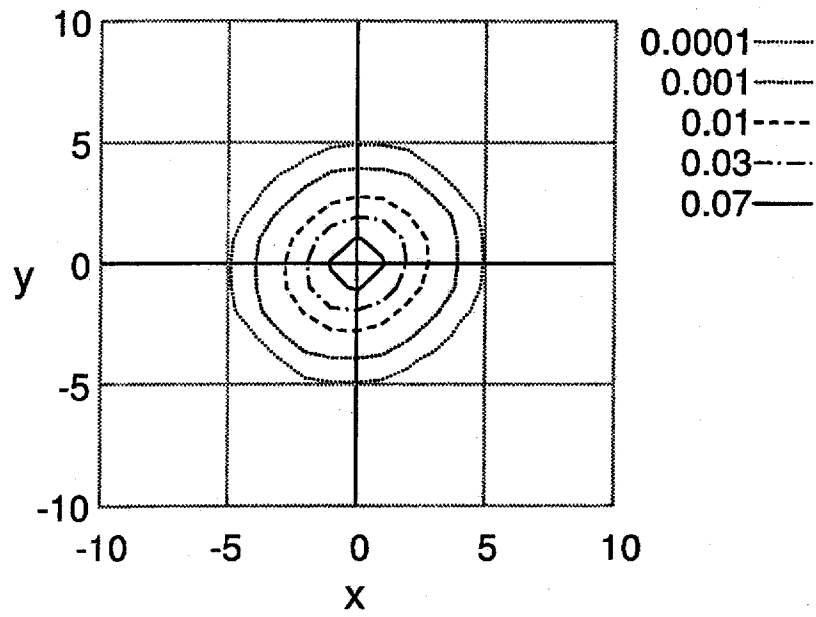
[図6]



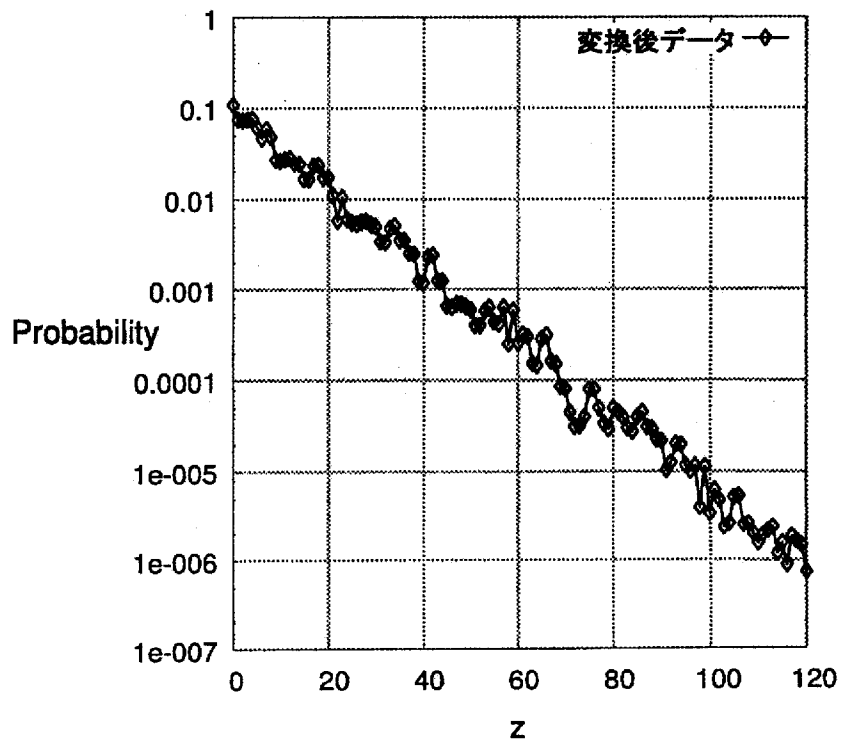
[図7]



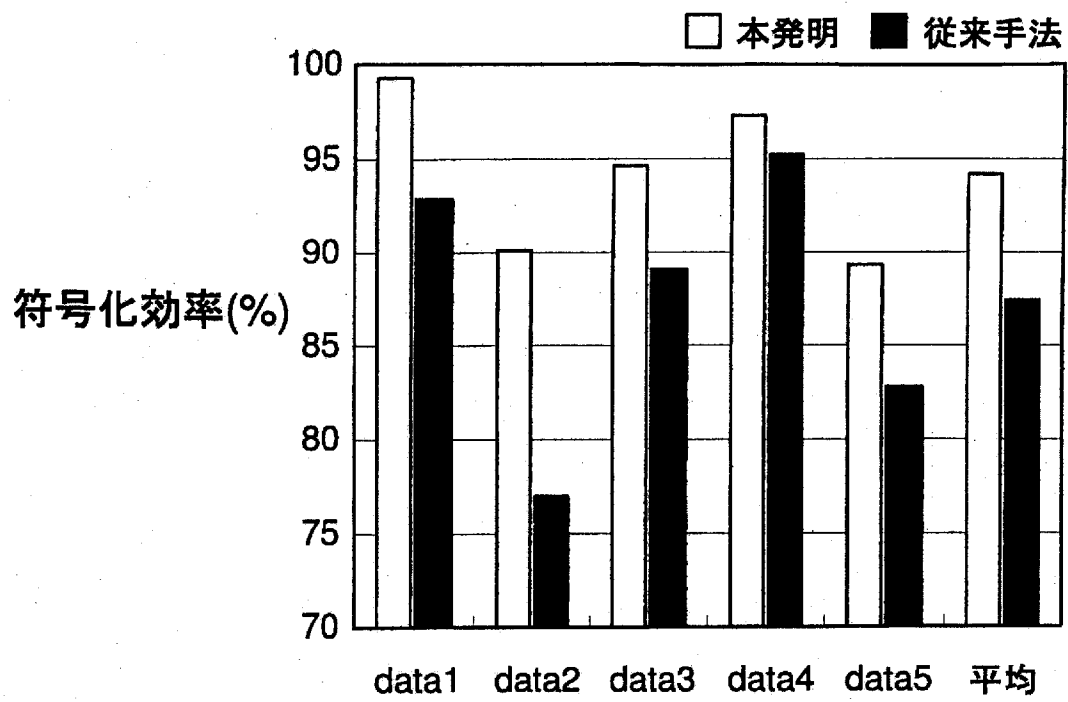
[図8]



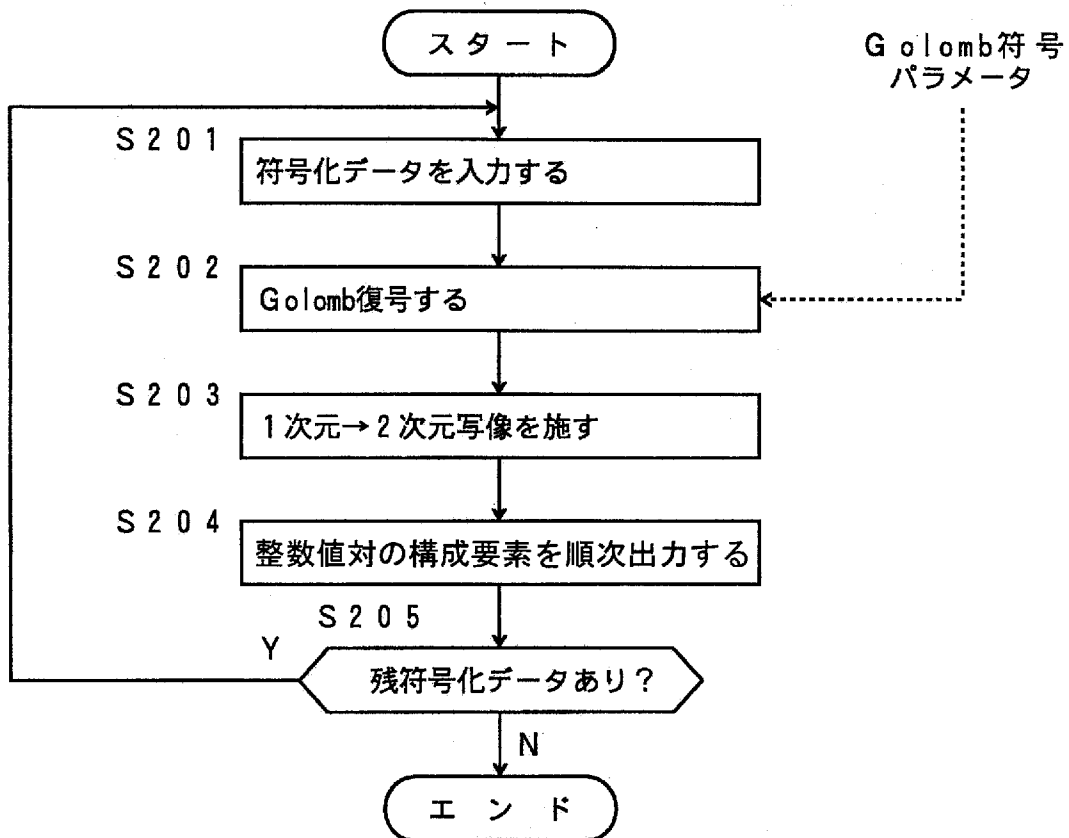
[図9]



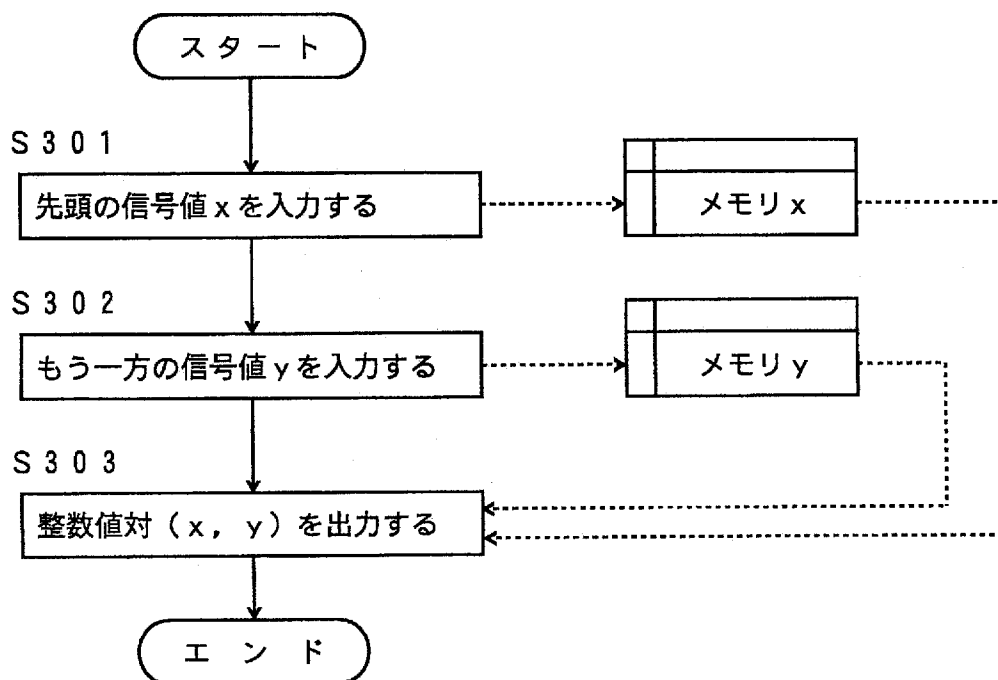
[図10]



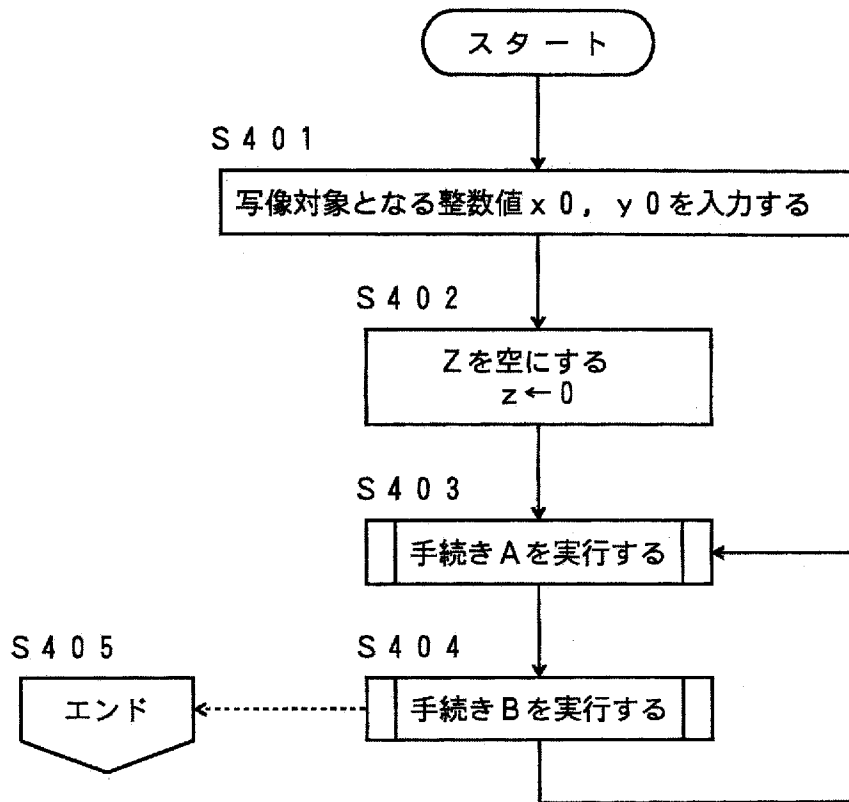
[図11]



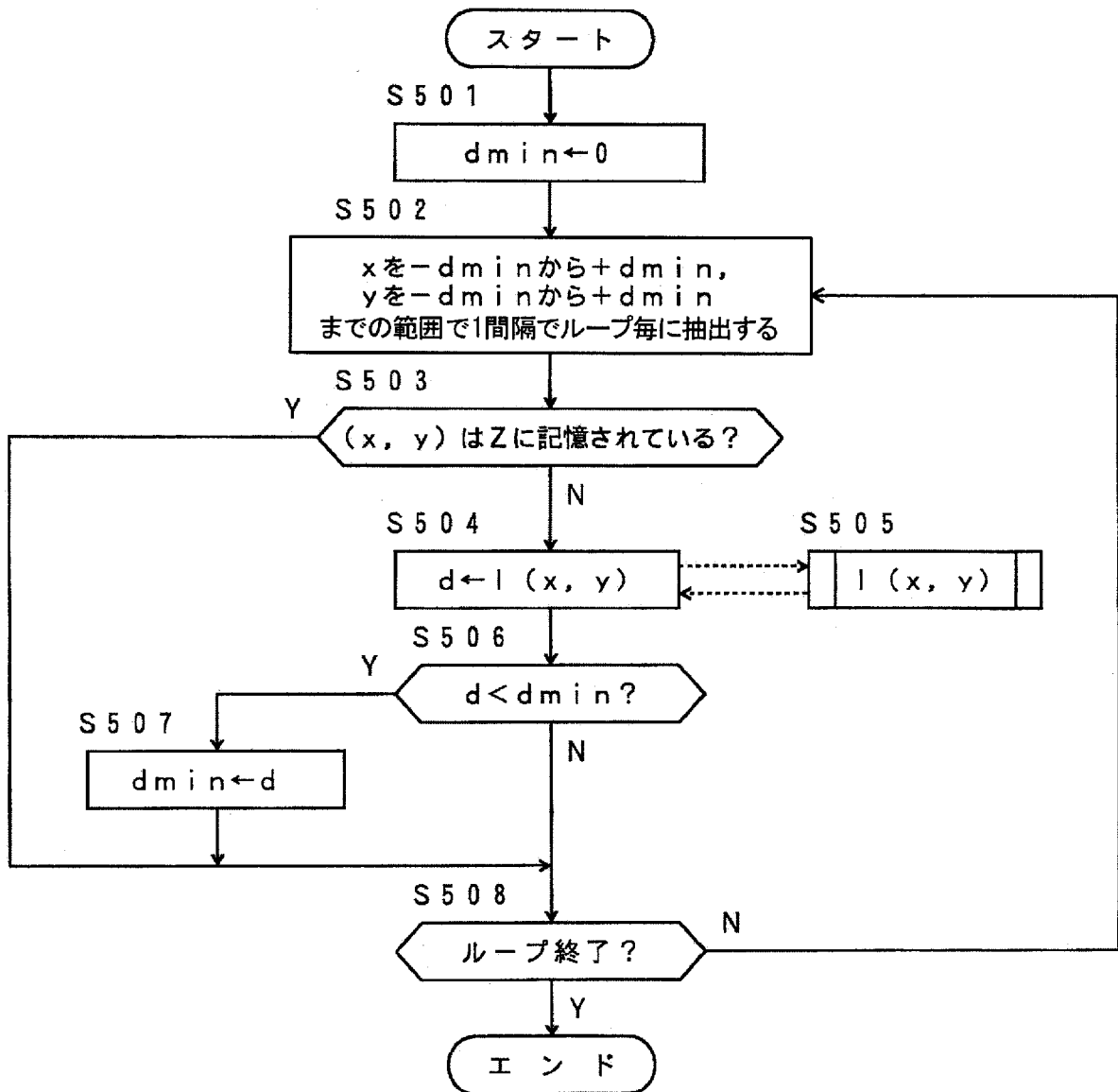
[図12]



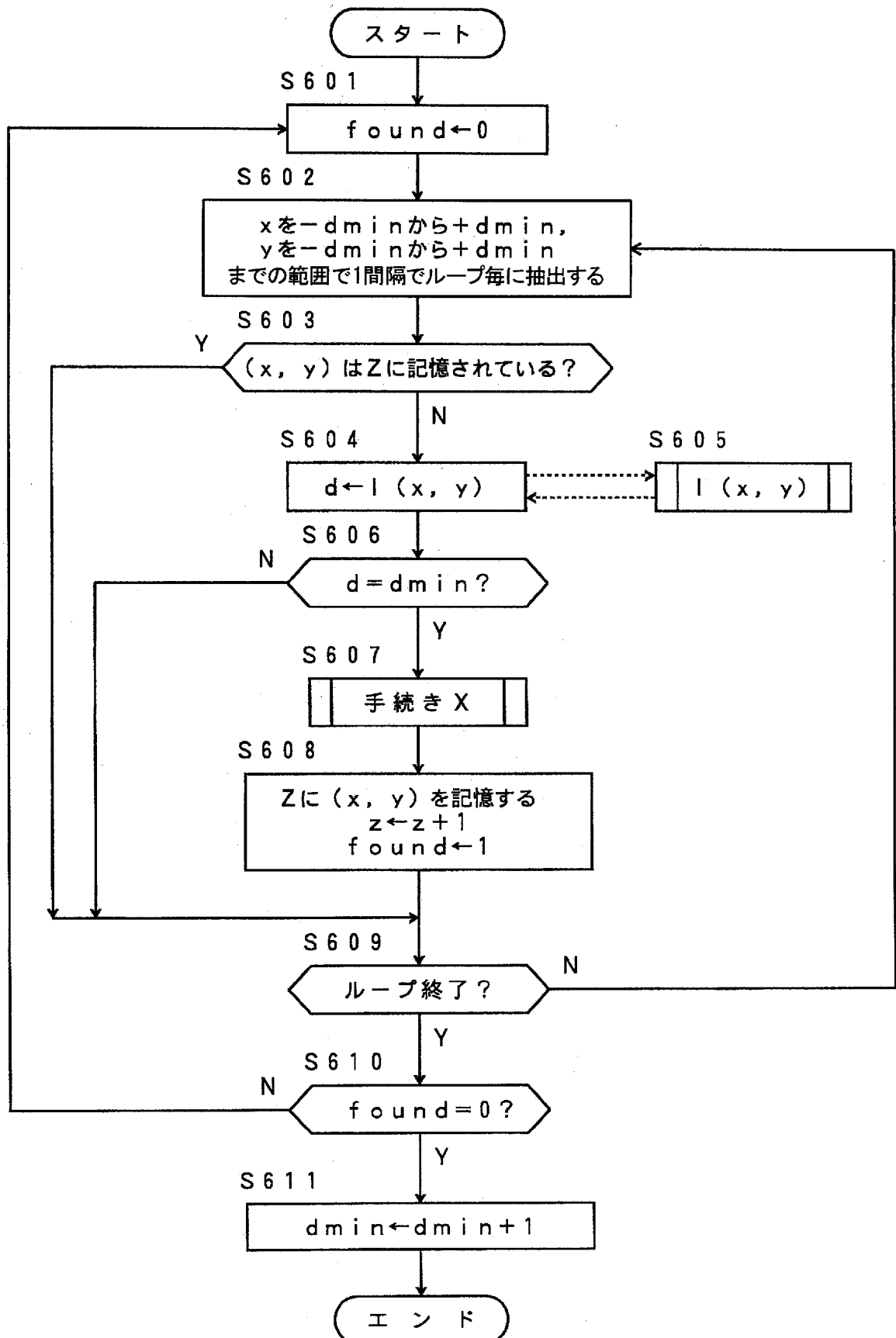
[図13]



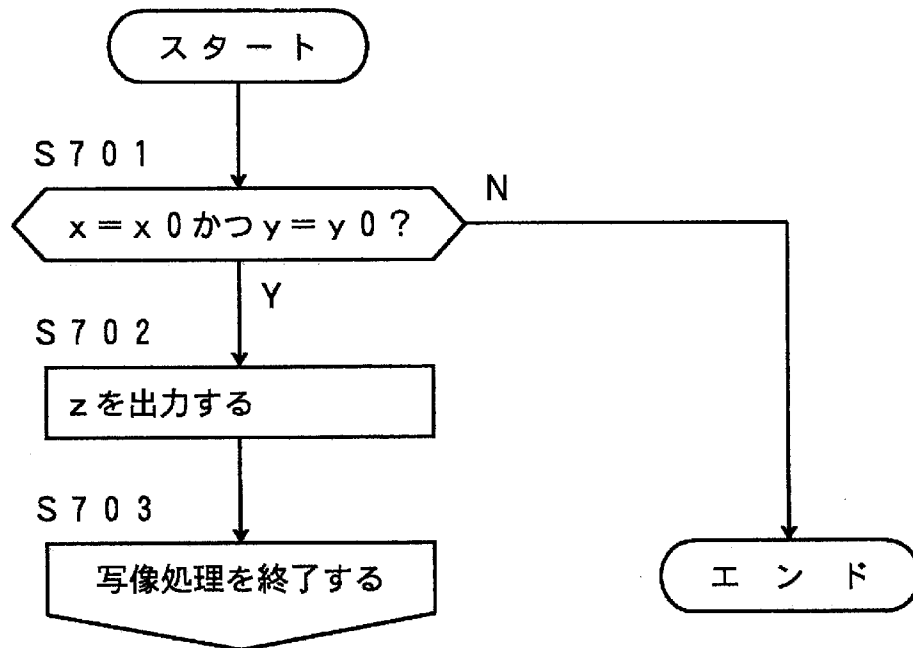
[図14]



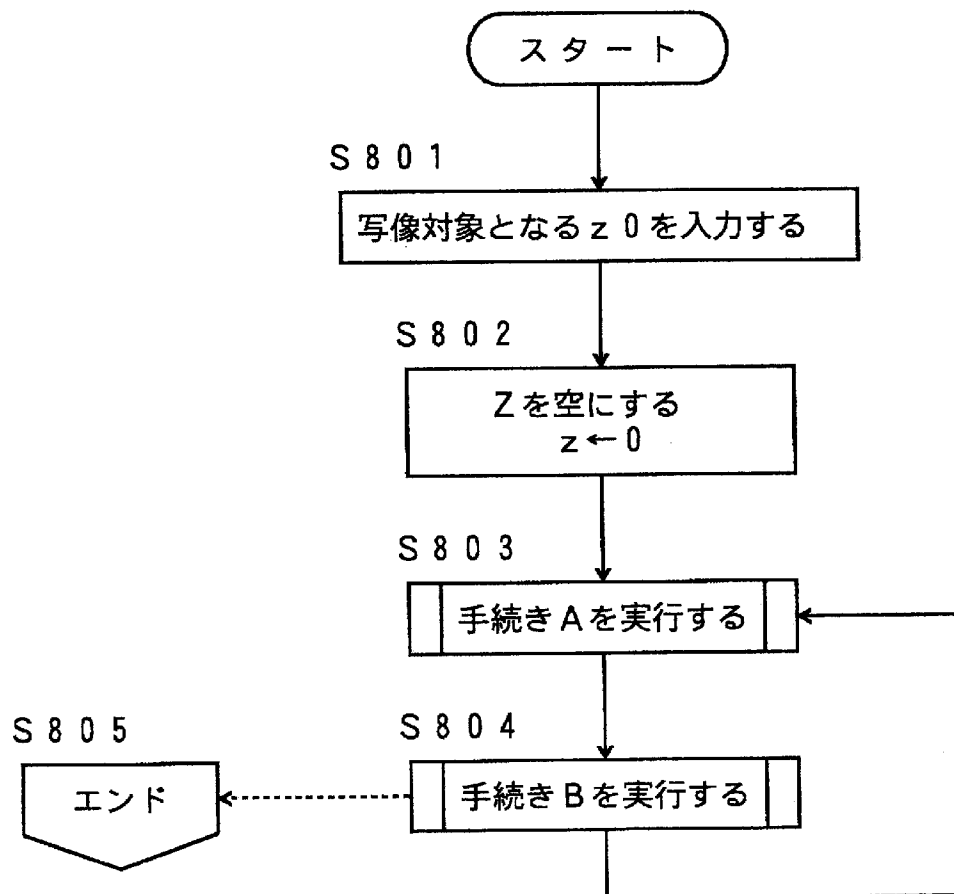
[図15]



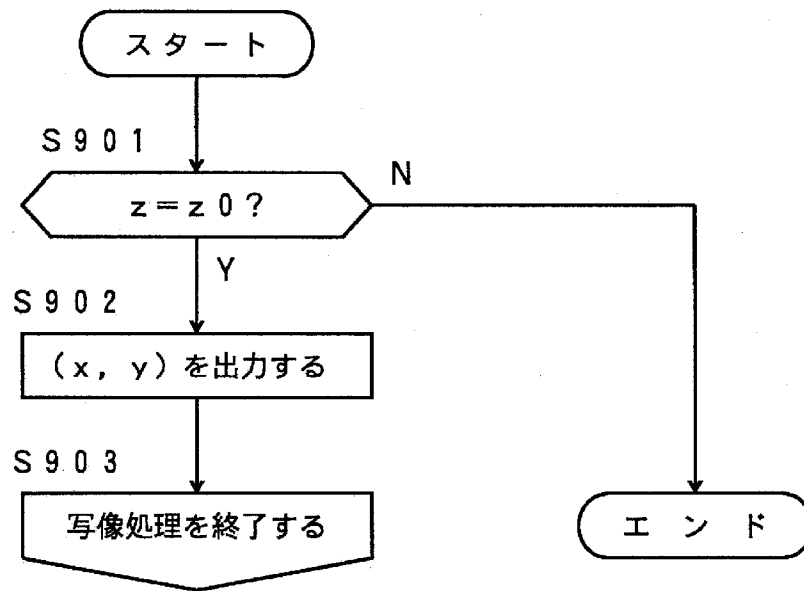
[図16]



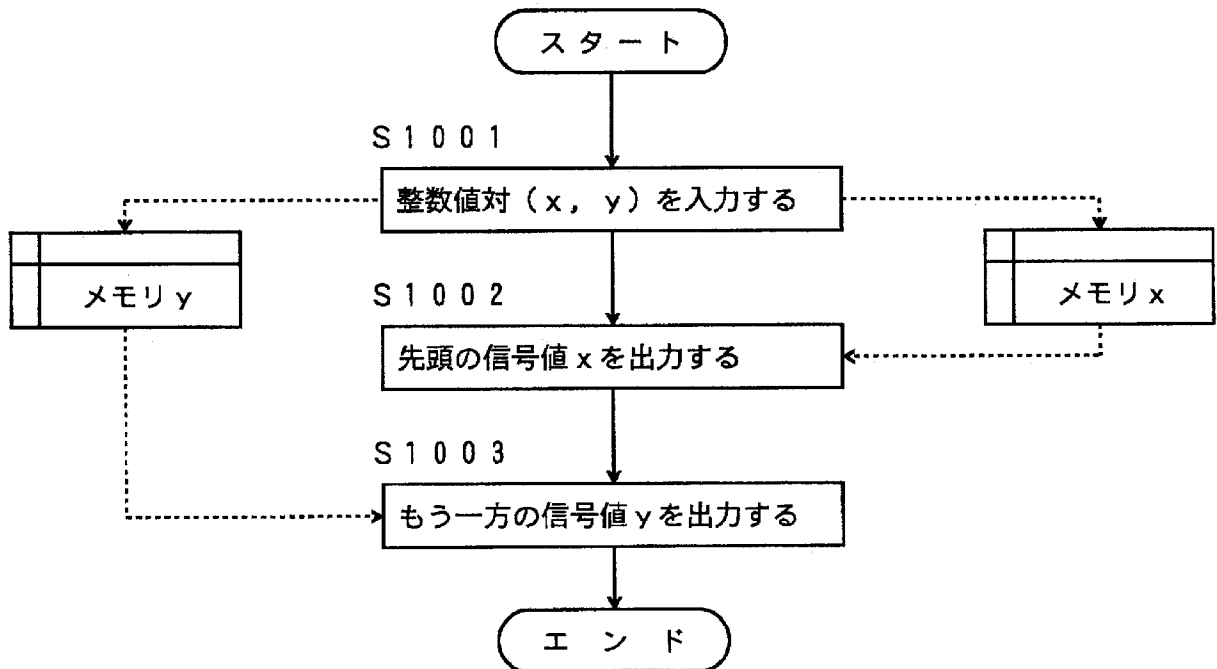
[図17]



[図18]



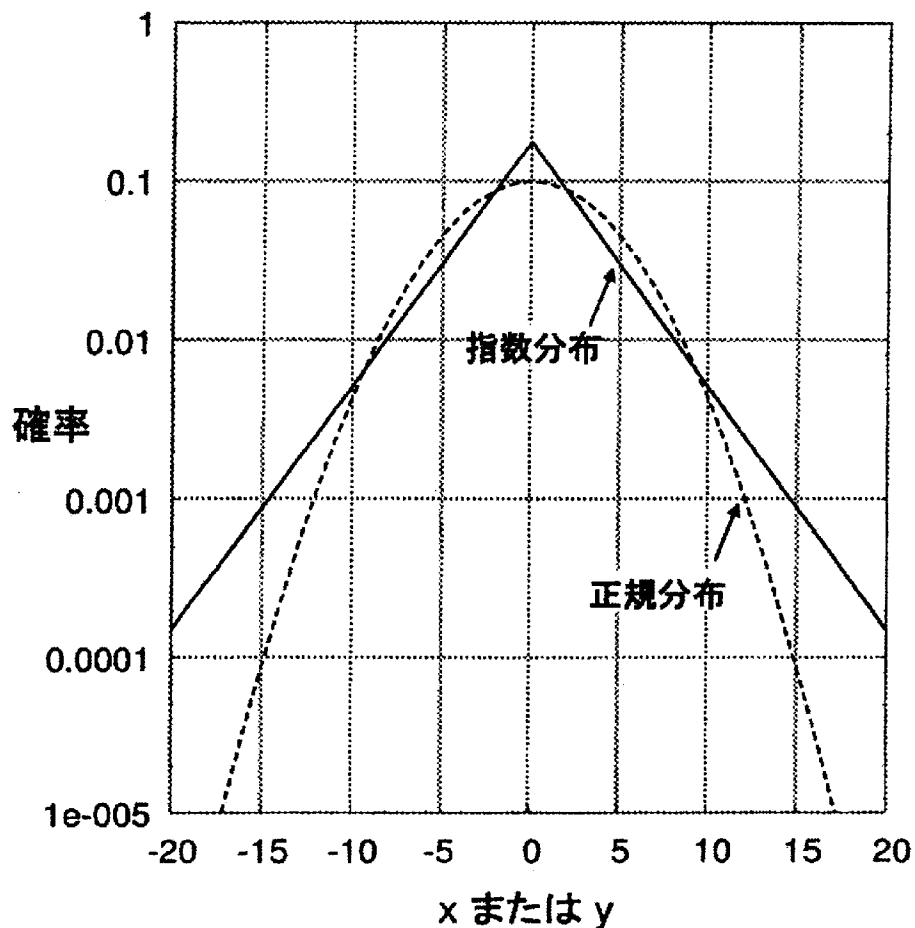
[図19]



[図20]

z	$g = 1$	$g = 2$	$g = 3$	$g = 4$	$g = 5$	$g = 6$
0	0	00	00	000	000	000
1	10	01	010	001	001	001
2	110	100	011	010	010	0100
3	1110	101	100	011	0110	0101
4	11110	1100	1010	1000	0111	0110
5	111110	1101	1011	1001	1000	0111
6	1111110	11100	1100	1010	1001	1000
7	11111110	11101	11010	1011	1010	1001
8	111111110	111100	11011	11000	10110	10100
9	1111111110	111101	11100	11001	10111	10101
10	11111111110	1111100	111010	11010	11000	10110

[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/071719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N1/41(2006.01) i, H03M7/46(2006.01) i, H04N7/26(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)
H04N1/41, H03M7/46, H04N7/26

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
A	JP 10-243395 A (Kabushiki Kaisha Graphics Communication Laboratories), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text (Family: none)	1-20

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 February, 2008 (06.02.08)	Date of mailing of the international search report 19 February, 2008 (19.02.08)
-------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04N1/41(2006.01)i, H03M7/46(2006.01)i, H04N7/26(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. H04N1/41, H03M7/46, H04N7/26

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 1971-2008年
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
A	J P 1 0 - 2 4 3 3 9 5 A (株式会社グラフィックス・コミュニケーション・ラボラトリーズ) 1998.09.11, 全文 (ファミリーなし)	1-20

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 06.02.2008	国際調査報告の発送日 19.02.2008
--------------------------	--------------------------

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) 堀井 啓明	5 V	9 2 4 5
	電話番号 03-3581-1101 内線 3571		