

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7222458号
(P7222458)

(45)発行日 令和5年2月15日(2023.2.15)

(24)登録日 令和5年2月7日(2023.2.7)

(51)国際特許分類 F I
H 0 3 M 13/13 (2006.01) H 0 3 M 13/13

請求項の数 13 外国語出願 (全28頁)

(21)出願番号	特願2020-174002(P2020-174002)	(73)特許権者	504161984
(22)出願日	令和2年10月15日(2020.10.15)		ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド
(62)分割の表示	特願2018-556801(P2018-556801)の分割		中華人民共和国・518129・グアン
原出願日	平成28年4月29日(2016.4.29)		ドン・シェンツェン・ロンガン・ディストリクト・バンティアン・(番地なし)
(65)公開番号	特開2021-52400(P2021-52400A)		・ホアウェイ・アドミニストレーション・ビルディング
(43)公開日	令和3年4月1日(2021.4.1)	(74)代理人	110000877
審査請求日	令和2年11月16日(2020.11.16)		弁理士法人R Y U K A国際特許事務所
		(72)発明者	ユ、ロンダオ
			中華人民共和国・518129・グアン
			ドン・シェンツェン・ロンガン・ディストリクト・バンティアン・(番地なし)
			・ホアウェイ・アドミニストレーション
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 Polar Polar符号を利用して符号化および復号化を行う方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

Polar符号および前記Polar符号の符号の長さNを取得する段階であって、前記Polar符号の前記符号の長さNと、前記Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、前記Polar符号の生き残り経路数Lを決定する段階であって、Lは、正の整数である、決定する段階と、

前記生き残り経路数Lに従って、前記Polar符号に対して逐次消去リストSCL復号化を実行してL個の生き残り経路を取得し、前記L個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックして、前記Polar符号の復号化結果を取得する段階とを備え、

前記Polar符号の前記符号の長さNと、前記Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、前記Polar符号の生き残り経路数Lを前記決定する段階が、前記信号対ノイズ比SNRと、前記Polar符号の前記符号の長さNと、前記生き残り経路数Lとの間の生き残り経路数のマッピング関係に従って、前記Polar符号に対応する前記生き残り経路数Lを決定する段階を有し、

前記L個の生き残り経路のうち少なくとも1つを前記チェックする段階が、前記L個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを実行する段階を有し、

前記L個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階が、

前記L個の生き残り経路のうちw個の生き残り経路に対して、前記巡回冗長検査CRC

10

20

チェックを実行する段階であって、 w が1より大きく且つ、 L 以下の整数である、実行する段階を有し、

前記 w 個の生き残り経路は、確率値に従って選択され、

前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階が、前記 L 個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対して前記巡回冗長検査CRCチェックを実行する段階と、前記巡回冗長検査CRCチェックが成功した場合、前記最大の確率値を有する前記生き残り経路を前記Polar符号の前記復号化結果として用いる段階とを含み、

前記 L 個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対して前記巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階の後で、さらに、前記チェックが失敗した場合、 L の閾値範囲内で L の値を増加させる段階と、

前記Polar符号の前記復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、前記Polar符号に対してSCL復号化を実行する段階とを備える

Polar符号を用いた復号化を行う方法。

【請求項2】

Polar符号および前記Polar符号の符号の長さ N を取得する段階であって、

前記Polar符号の前記符号の長さ N と、前記Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、前記Polar符号の生き残り経路数 L を決定する段階であって、 L は、正の整数である、決定する段階と、

前記生き残り経路数 L に従って、前記Polar符号に対して逐次消去リストSCL復号化を実行して L 個の生き残り経路を取得し、前記 L 個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックして、前記Polar符号の復号化結果を取得する段階とを備え、

前記Polar符号の前記符号の長さ N と、前記Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、前記Polar符号の生き残り経路数 L を前記決定する段階が、前記信号対ノイズ比SNRと、前記Polar符号の前記符号の長さ N と、前記生き残り経路数 L との間の生き残り経路数のマッピング関係に従って、前記Polar符号に対応する前記生き残り経路数 L を決定する段階を有し、

前記 L 個の生き残り経路のうち少なくとも1つを前記チェックする段階が、前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを実行する段階を有し、

前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階が、

前記 L 個の生き残り経路のうち w 個の生き残り経路に対して、前記巡回冗長検査CRCチェックを実行する段階であって、 w が1より大きく且つ、 L 以下の整数である、実行する段階を有し、

前記 w 個の生き残り経路は、確率値に従って選択され、

前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階が、

前記巡回冗長検査CRCチェックが、前記 w 個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、前記Polar符号の前記復号化結果として、前記巡回冗長検査CRCチェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いる段階を含み、

前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCチェックを前記実行する段階の後で、さらに、

前記巡回冗長検査CRCチェックが、前記 w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、 L の閾値範囲内で L の値を増加させる段階と、

前記Polar符号の前記復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、前記Polar符号に対してSCL復号化を実行する段階と

を備える

10

20

30

40

50

Polar 符号を用いた復号化を行う方法。

【請求項 3】

前記 L 個の生き残り経路のうち前記少なくとも 1 つに対する巡回冗長検査 CRC チェックを前記実行する段階の後で、前記方法はさらに、

前記巡回冗長検査 CRC チェックが、前記 w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、再伝送を実行するよう通知する段階を備える、

請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記生き残り経路数のマッピング関係において、前記 Polar 符号を受信する段階のために、より大きい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値が、前記 Polar 符号を受信する段階のために、より小さい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値以下であり、より長い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値が、より短い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値以上である、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 5】

L の値を前記増加させる段階は、前記 L の値を u だけ増加させる段階であって、u は、正の整数である、段階、または L に v を乗算する段階であって、v は、1 より大きい、段階を有する、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

伝送側によって対象情報シーケンスを取得する段階であって、前記対象情報シーケンスの長さが K である、段階と、

20

前記長さ K に従って、前記対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査 CRC チェック符号の長さ M を決定する段階と、

前記長さが M の CRC チェック符号と前記対象情報シーケンスに従って、Polar 符号を取得するよう Polar 符号化を実行する段階と、

受信側に前記 Polar 符号を送信する段階とを備える

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記長さ K に従って、前記対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査 CRC チェック符号の長さ M を前記決定する段階は、前記対象情報シーケンスの前記長さ K と、前記 CRC チェック符号の長さ M との間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、前記対象情報シーケンスに対応する前記 CRC チェック符号の長さ M を決定する段階を有し、前記チェック符号マッピング関係において、より長い長さ K を有する情報シーケンスに対応する CRC チェック符号の長さ M が、より短い長さ K を有する情報シーケンスに対応する CRC チェック符号の長さ M 以上である、請求項 6 に記載の方法。

30

【請求項 8】

Polar 符号および前記 Polar 符号の符号の長さ N を取得するよう構成される復号化受信モジュールと、

前記 Polar 符号の前記符号の長さ N と前記 Polar 符号を受信する信号対ノイズ比 SNR とに従って前記 Polar 符号の生き残り経路数 L を決定するよう構成される復号化決定モジュールであって、L は、正の整数である、復号化決定モジュールと、

40

前記生き残り経路数 L に従って、生き残り経路数 L を取得するよう前記 Polar 符号に対して逐次消去リスト SCL 復号化を実行し、L 個の生き残り経路を取得するよう構成され、且つ前記 L 個の生き残り経路のうち少なくとも 1 つをチェックして前記 Polar 符号の復号化結果を取得するよう構成される復号化モジュールとを備え、

前記復号化決定モジュールは、

前記 Polar 符号の前記符号の長さ N と前記 Polar 符号を受信する信号対ノイズ比 SNR とに従って前記 Polar 符号の生き残り経路数 L を決定し、

前記信号対ノイズ比 SNR と、前記 Polar 符号の前記符号の長さ N と、前記生き残り経路数 L との間で生き残り経路数のマッピング関係に従って、前記 Polar 符号に対

50

応する前記生き残り経路数 L を決定するよう構成され、

前記復号化モジュールは、

前記 L 個の生き残り経路の前記少なくとも 1 つに対する巡回冗長検査 CRC チェックを実行するよう構成され、

前記 L 個の生き残り経路のうち w 個の生き残り経路に対して、前記巡回冗長検査 CRC チェックを実行するよう構成される第 1 のチェックユニットであって、 w が 1 より大きく且つ、 L 以下の整数である、第 1 のチェックユニットを有し、

前記 w 個の生き残り経路は、確率値に従って選択され、

前記復号化モジュールは、

前記 L 個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対する前記巡回冗長検査 CRC チェックを実行するよう構成される第 2 のチェックユニットと、

前記巡回冗長検査 CRC チェックが成功した場合、前記最大の確率値を有する前記生き残り経路を前記 Polar 符号の前記復号化結果として用いるよう構成される第 1 の復号化ユニットと

を有し、

前記復号化モジュールはさらに、前記チェックが失敗した場合、 L の閾値範囲内で L の値を増加させるよう構成され、且つ前記 Polar 符号の前記復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、前記 Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される第 2 の復号化ユニットを有する

復号化を行う装置。

【請求項 9】

前記巡回冗長検査 CRC チェックが、前記 w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、再伝送を実行するよう通知するよう構成される、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記生き残り経路数のマッピング関係において、前記 Polar 符号を受信することのために、より大きい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値が、前記 Polar 符号を受信することのために、より小さい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値以下であり、より長い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値が、より短い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値以上である、請求項 8 または 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記復号化モジュールは、

前記巡回冗長検査 CRC チェックが前記 w 個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、前記 Polar 符号の復号化結果として前記チェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いるよう構成される第 3 の復号化ユニットと

を有する、請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記復号化モジュールはさらに、前記巡回冗長検査 CRC チェックが、前記 w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、 L の閾値範囲内で L の値を増加させるよう構成され、且つ前記 Polar 符号の前記復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、前記 Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される第 4 の復号化ユニットを有する、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 2 の復号化ユニットまたは前記第 4 の復号化ユニットが L の値を増加させることは具体的には、前記 L の値を u だけ増加させることであって、 u は、正の整数である、こと、または L に v を乗算することであって、 v は、1 より大きい、段階である、請求項 12 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、通信技術の分野、特に、Polar Polar符号を利用して符号化および復号化を行う方法および装置に関連する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

通信伝送システムにおいて、チャネル符号化は、通常、データ伝送の信頼性を改善し、且つ通信品質を保証するよう、伝送される予定の情報に対して実行される。チャネル符号化技術において、余分なチェックビットが、伝送側によって送信された情報シーケンスに追加され、復号化技術は、伝送プロセスにおいて生成されたエラーを受信側にて比較的高い確率で、修正することに用いられ、これにより、送信された情報シーケンスが正しく受信される。

10

【 0 0 0 3 】

伝送プロセスにおいてエラーの確率を低減し、且つ無線通信リンク利用を改善すべく、Erdal Arikanは、まず、2008年にInternational Symposium on Information Theory ISITにてチャネル分極の概念を提案している。当該理論に基づいて、彼は、チャネル伝送の容量限界（また、Shannon limitとして知られる）を理論上達成でき、且つ低い複雑性を有する最初の公知のチャネル符号化方法のPolar符号（Polar Code）を提案している。チャネル分極（channel polarization）を通じて、通信チャネルは、純ノイズビットチャネル（pure noisy bit-channel）およびノイズレスビットチャネル（noiseless bit-channel）へと分極されてよい。Polar Polar符号は、情報をノイズレスビットチャネルのみを用いることによって伝送することを可能とし、これにより、チャネル伝送の最大伝送レートが実現できる。

20

【 0 0 0 4 】

先行技術において、Polar Polar符号は、主に、逐次消去（Successive Cancellation, SC）復号化および改善したSC復号化アルゴリズムに基づいて取得される強化SC復号化の方式において復号化される。強化したSC復号化は、さらに、逐次消去リスト（Successive Cancellation List, SCL）復号化、逐次消去スタック（Successive Cancellation Stack, SCS）復号化、逐次消去ハイブリッド（Successive Cancellation Hybrid, SCH）復号化、などを含む。しかしながら、従来のSC復号化アルゴリズムおよび強化したSC復号化アルゴリズムの性能は、望ましくはなく、両方のアルゴリズムが不利な点を有する。

30

【 0 0 0 5 】

例えば、符号の長さがNであるPolar Polar符号は、バイナリ行ベクトルで $u^N = (u_1, u_2, \dots, u_N)$ として表され、N層のバイナリ復号化の符号樹に対応し得る。SC復号化は、符号樹における経路をサーチするためのプロセスとして説明することができる。

【 0 0 0 6 】

図1は、N = 4である単純な例を示す。SC復号化は、ルートノードから始まり、符号樹上に次第に広がる。毎回、2つの候補経路からより大きい確率値を持つ経路（一方が $u_i = 0$ に対応し、他方が $u_i = 1$ に対応する）が選択され、次の層の経路の広がりがその経路に基づいて実行される。図1は、符号の長さNが4であるPolar Polar符号の符号樹を示す。当該図における黒い実線は、逐次消去復号化を通じて取得された経路を示し、対応するビット推定シーケンスは、(0110)である。実施することは、符号の長さが比較的長い場合、SC復号化アルゴリズムがよい性能を有するが、符号の長さが比較的短い場合、SC復号化アルゴリズムが望ましくない性能を有することを証明する。

40

【 0 0 0 7 】

改善したSC復号化として、SCL復号化は、L個の生き残り経路の確保を可能とし、これにより、サーチ範囲を拡張し、サーチプロセスにおける正しい経路からの逸脱の確率

50

を低減する。図 2 は、符号の長さ N が 4 である Polar Polar 符号の符号樹を示す。当該図における黒い実線は、生き残り経路数 L が 4 である場合の、SCL 復号化のサーチ経路のグループを示し、最終的に取得したビット推定シーケンスのセットは、 (0010) 、 (0110) 、 (1001) 、および (1010) である。SCL 復号化の間にすべての生き残り経路および生き残り経路に対応する信頼メトリック値が、リストに格納され、リストのすべての生き残り経路は、同時に拡張される。したがって、それぞれの広がりした後で、リストの生き残り経路数は、2 倍になる。より小さい信頼メトリック値を有するいくつかの生き残り経路は、生き残り経路数が常にリストの生き残り経路数の半分以下の数であることを保証するよう破棄される。復号化が終了した場合、最大の信頼メトリック値を有する経路がリストから見出され、当該経路に対応するビット推定シーケンスが復号化結果である。よい性能を得るよう、比較的大きなサーチ幅がセットされる必要があり、すなわち、符号樹のすべての層において許容される最大の生き残り経路数 L が比較的大きい同じ値にセットされる。値は、通常 32 にセットされる。しかしながら、比較的大きな値は、大幅に、復号化の複雑性およびエネルギー消費を増加させる。

【発明の概要】

【0008】

本発明の実施形態は、Polar Polar 符号を利用して符号化および復号化を行う方法、および装置を提供し、Polar Polar 符号の復号化に対して生き残り経路数 L が不変であるので、復号化がかなり複雑である先行技術の欠点を解消する。

【0009】

第 1 の態様によって、本発明の一実施形態は、Polar Polar 符号の復号化方法を提供し、本方法は、伝送側によって送信される Polar Polar 符号および指示情報を受信側によって受信することと、指示情報が、Polar Polar 符号の長さが N であることを示すことと、Polar Polar 符号の符号の長さ N と、Polar Polar 符号を受信する信号対ノイズ比 SNR (Signal to Noise Ratio) とに従って、Polar 符号の生き残り経路数 L を決定することであり、 L は、正の整数である、決定することと、生き残り経路数 L に従って、Polar Polar 符号に対して逐次消去リスト SCL 復号化を実行して L 個の生き残り経路を取得することと、取得した L 個の生き残り経路のうち少なくとも 1 つをチェックして Polar Polar 符号の復号化結果を取得することを含む。本方法によって、Polar Polar 符号の復号化に対する生き残り経路数 L は、Polar Polar 符号の符号の長さ N と、Polar Polar 符号を受信する信号対ノイズ比とに従って適応可能に選択される。このように、生き残り経路の比較的小さい値は、性能に影響を与えることなく選択することができる。これは、システムの複雑性を低減し、生き残り経路数 L が一定であることに従ってのみ、Polar Polar 符号の復号化が実行されるので、復号化がかなり複雑である場合があるという先行技術の欠点に対処する。任意に、Polar Polar 符号の長さが N であることを示す指示情報が、符号化していない情報シーケンス X の長さ K 、およびビットレート K/N などを含んでよい。

【0010】

第 1 の態様を参照すると、第 1 の可能な実装において、Polar 符号の符号の長さ N と、Polar Polar 符号を受信する信号対ノイズ比 SNR とに従って、受信側によって、決定することの具体的な実装は、Polar 符号の生き残り経路数 L を決定し、信号対ノイズ比 SNR と、Polar 符号の符号の長さ N と、生き残り経路数 L との間の予め格納された生き残り経路数のマッピング関係に従って、受信側によって、Polar Polar 符号に対応する生き残り経路数 L を決定する段階を有し、生き残り経路数のマッピング関係において、Polar Polar 符号を受信するより大きい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値が、Polar Polar 符号を受信するより小さい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値以下であり、より長い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値が、より短い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値以上である。本方法によって、受信側は、

10

20

30

40

50

Polar Polar符号を受信する信号対ノイズ比の間のマッピング関係、Polar符号の符号の長さ、および生き残り経路数に従って、Lの値を適応可能に調整し、これにより、要件に従ってLの値を設定する目的を実現する。

【0011】

第1の態様または第1の態様の第1の可能な実装を参照すると、第2の可能な実装において、受信側によるL個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックすることの具体的な実装は、受信側によって、L個の生き残り経路のうち少なくとも1つにCRC(Cyclic Redundancy Check, 巡回冗長検査)チェックを実行する。この方法において、CRCチェックを用いることによってPolar符号伝送の正確性が保証される。伝送の間にエラーが発生した場合、CRCを用いることによって修正を実行することができ、これにより、Polar符号の復号化は、より正確なものとなる。任意に、受信側は、代替的に、別の修正アルゴリズムを用いることによってL個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックしてよい。

10

【0012】

第1の態様の第2の可能な実装を参照すると、第3の可能な実装において、受信側によるL個の生き残り経路のうち少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCの具体的な実装の実行は、受信側によって、L個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対するCRCチェックを実行し、チェックが成功した場合、最大の確率値を有する生き残り経路をPolar符号の復号化結果として用いる。本方法によって、CRCチェックは、最大の確率値を有する生き残り経路に対して実行され、チェックが成功した場合、生き残り経路が正しい復号化結果であることを決定することができる。したがって、比較的小さい確率値を有する複数の生き残り経路をチェックすることは、不必要であり、チェックのための過度のエネルギー消費を回避することになる。

20

【0013】

第1の態様の第3の可能な実装を参照すると、第4の可能な実装において、L個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対してCRCチェックを受信側によって実行した後で、本方法は、チェックが失敗した場合、伝送側に再伝送を実行するよう通知し、またはチェックが失敗した場合、Lの閾値範囲内でLの値を増加させ、Lの増加後の値に従って、Polar符号に対してSCL復号化を実行し、Polar Polar符号の復号化結果を取得する。本方法によって、CRCチェックが最大の確率値を有する生き残り経路に対して失敗した場合、復号化の間にエラーまたはフォールトが発生する可能性があることを示し、伝送側が置き換えを実行すること、またはLの値が増加させること(いくつかの廃棄された経路を取得すること)を必要とすることを通知される必要があり、これにより、Polar符号の正しい復号化結果を最終的に取得する確率を改善する。

30

【0014】

第1の態様の第2の可能な実装を参照すると、第5の可能な実装において、受信側によるL個の生き残り経路のうち少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCの具体的な実装の実行は、L個の生き残り経路のうちw個の生き残り経路に対して、受信側によって巡回冗長検査CRCを実行し、wが1より大きく且つ、L以下の整数であり、チェックがw個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、Polar符号の復号化結果としてチェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いる。本方法によって、CRCチェックは、L個の生き残り経路のうち複数の生き残り経路に対して実行してよく、またはL個の生き残り経路に対して実行してもよい。チェックコストが比較的高いが、Polar符号の正しい復号化結果を最終的に取得する確率は、より多くのオブジェクトがチェックされるので、大幅に増加させることができる。

40

【0015】

第1の態様の第5の可能な実装を参照すると、第6の可能な実装において、L個の生き残り経路のうち少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCの実行をした後で、本方法はさらに、チェックがw個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、伝送側に

50

再伝送を実行するようを通知し、またはチェックが w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、 L の閾値範囲内で L の値を増加させ、 $Polar$ 符号の復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、 $Polar$ 符号に対して $SCCL$ 復号化を実行する。本方法によって、 L 個の生き残り経路のうち複数の生き残り経路に対して $CRCC$ チェックが失敗した場合、復号化の間にエラーまたはフォールトが発生する場合があることを示し、伝送側が置き換えを実行することが必要となるか、または L の値が増加させること（いくつかの廃棄された経路を取得すること）が通知されることが必要となる。 L の閾値範囲内で L の値が増加させることが必要であり、チェックが L 個の生き残り経路に対して実行された場合、 L の値は、増加させることができないことを理解することができる。この場合、伝送側に再伝送を実行するようを通知することが唯一の手法である。両方の方式が $Polar$ 符号の正しい復号化結果を取得する確率を増加させることを意図する。

10

【0016】

第1の態様の第4の可能な実装、または第1の態様の第6の可能な実装を参照すると、第7の可能な実装において、 L の値を増加させることの実装は、 L の値を u によって増加させることであり、 u は、正の整数であり、または L の値に v を乗算することで、増加させることであり、 v は、1より大きいことである。本方法によって、 L の値は、さまざまな手法において増加させ得る。 L の値は、指数関数的に増加させてよく、または1つずつもしくは複数ずつ増加させてよい。これは、本方法において具体的に限定されない。

【0017】

20

第2の態様によって、本発明の一実施形態は、 $Polar$ $Polar$ 符号符号化方法を提供し、本方法は、対象情報シーケンスの長さが K であり、伝送側によって対象情報シーケンスを受信することと、長さ K に従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査 $CRCC$ の長さ M を決定することと、対象情報シーケンスに長さが M の $CRCC$ チェック符号を追加することと、チェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対して長さ N の $Polar$ 符号を取得するよう $Polar$ 符号化を実行することと、受信側に $Polar$ 符号および $Polar$ 符号の長さが N であることを示す指示情報を送信することとを備える。

【0018】

本発明の本実施形態において、符号 $CRCC$ チェックの符号の長さ M は、伝送される予定の対象情報シーケンスの長さ K に従って、伝送側にて適応可能に決定される。これは、いくつかの場合において、 $CRCC$ チェック符号の M の値があまりに大きいか、またはあまりに小さいので、符号化が過度に複雑であるか、または過度に単純であるという問題を回避し、これにより、 $Polar$ 符号符号化の性能が改善する。

30

【0019】

第2の態様を参照すると、第1の可能な実装において、長さ K に従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査 $CRCC$ の長さ M を決定することは、情報シーケンスの長さ K と、 $CRCC$ チェックの符号の長さ M との間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、対象情報シーケンスに対応する $CRCC$ チェックの符号の長さ M を決定することを有し、チェック符号マッピング関係において、より長い長さ K を有する情報シーケンスに対応する $CRCC$ チェックの符号の長さ M が、より短い長さ K を有する情報シーケンスに対応する $CRCC$ チェックの符号の長さ M 以上である。

40

【0020】

第3の態様によって、本発明の一実施形態は、復号器を提供し、本復号器は、伝送側によって送信される $Polar$ $Polar$ 符号および指示情報を受信するよう構成される復号化受信モジュールであって、指示情報が、 $Polar$ 符号の長さが N であることを示すよう構成される復号化受信モジュールと、 $Polar$ 符号を受信することのために、 $Polar$ 符号の符号の長さ N および信号対ノイズ比 SNR に従って $Polar$ 符号の生き残り経路数 L を決定するよう構成される復号化決定モジュールであり、 L は、正の整数である、復号化決定モジュールと、生き残り経路数 L に従って、 L 個の生き残り経路を取得

50

するよう Polar 符号に対して逐次消去リスト SCL 復号化を実行するよう構成され、且つ L 個の生き残り経路のうち少なくとも 1 つをチェックして Polar 符号の復号化結果を取得するよう構成される復号化モジュールとを備えてよい。

【0021】

第3の態様を参照すると、第1の可能な実装において、決定モジュールは、具体的に信号対ノイズ比 SNR と、Polar 符号の符号の長さ N と、生き残り経路数 L との間で予め格納された生き残り経路数のマッピング関係に従って、Polar 符号に対応する生き残り経路数 L を決定するよう構成され、生き残り経路数のマッピング関係において、Polar Polar 符号を受信するより大きい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値が、Polar Polar 符号を受信するより小さい信号対ノイズ比 SNR を有する Polar 符号に対応する L の値以下であり、より長い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値が、より短い符号の長さを有する Polar 符号に対応する L の値以上である。

10

【0022】

第3の態様を参照するか、または第3の態様の第1の可能な実装を参照すると、第2の可能な実装において、復号化モジュールは、具体的に、L 個の生き残り経路のうち少なくとも 1 つに対する巡回冗長検査 CRC の実行をするよう構成される。

【0023】

第3の態様の第2の可能な実装を参照すると、第3の可能な実装において、復号化モジュールが L 個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対する CRC チェックを実行するよう構成される第1のチェックユニットと、チェックが成功した場合、最大の確率値を有する生き残り経路を Polar 符号の復号化結果として用いるよう構成される第1の復号化ユニットとを有する。

20

【0024】

第3の態様の第3の可能な実装を参照すると、第4の可能な実装において、復号化モジュールはさらに、チェックが失敗した場合、L の閾値範囲内で L の値を増加させるよう構成され、且つ Polar 符号の復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される第2の復号化ユニットを有する。

【0025】

第3の態様の第2の可能な実装を参照すると、第5の可能な実装において、復号化モジュールが、L 個の生き残り経路のうち w 個の生き残り経路に対して、巡回冗長検査 CRC を実行するよう構成される第2のチェックユニットであり、w が 1 より大きく且つ、L 以下の整数である、第2のチェックユニットと、チェックが w 個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、Polar 符号の復号化結果としてチェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いるよう構成される第3の復号化ユニットとを有する。

30

【0026】

第3の態様の第5の可能な実装を参照すると、第6の可能な実装において、復号化モジュールはさらに、チェックが w 個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、L の閾値範囲内で L の値を増加させるよう構成され、且つ Polar 符号の復号化結果を取得するよう L の増加後の値に従って、Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される第4の復号化ユニットを有する。

40

【0027】

第3の態様の第4の可能な実装を参照、または第3の態様の第6の可能な実装を参照すると、第7の可能な実装において、第2の復号化ユニットまたは第4の復号化ユニットが L の値を増加させることの具体的な実装は、L の値を u によって増加させることであり、u は、正の整数であり、または L の値に v を乗算することで、増加させることであり、v は、1 より大きいことである。

【0028】

50

第4の態様によって、本発明の一実施形態は、符号器を提供し、符号器は、対象情報シーケンスの長さがKであって、対象情報シーケンスを受信するよう構成される符号化受信モジュールと、長さKに従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査CRCの長さMを決定するよう構成される符号化決定モジュールと、長さがMのCRCチェック符号を対象情報シーケンスに追加するよう構成され、且つチェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対して長さNのPolar符号を取得するようPolar符号化を実行するよう構成される符号化モジュールと、受信側にPolar符号およびPolar符号の長さがNであることを示す指示情報を送信するよう構成される送信モジュールとを含む。

【0029】

第4の態様を参照すると、第1の可能な実装において、符号化決定モジュールが具体的に情報シーケンスの長さKと、CRCチェックの符号の長さMとの間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、対象情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMを決定するよう構成され、チェック符号マッピング関係において、より長い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMが、より短い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さM以上である。

【0030】

本発明の実施形態において、受信側は、伝送側によって送信されるPolar Polar符号および指示情報を受信し、指示情報が、Polar符号の長さがNであることを示し、Polar符号の符号の長さNと、Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、Polar符号の生き残り経路数Lを決定することであり、生き残り経路数Lに従って、Polar符号に対して逐次消去リストSCL復号化を実行してL個の生き残り経路を取得し、最終的にPolar符号の復号化結果のL個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックして取得する。すなわち、本発明において提供されるPolar Polar符号の復号化方法に従って、Polar符号の復号化に対して、生き残り経路数Lは、Polar符号の符号の長さ、Polar Polar符号を受信する信号対ノイズ比とに従って、適応可能に選択される。このように、生き残り経路の比較的小さい値が性能に影響を与えることなく選択することができる。これは、システムの複雑性を低減し、生き残り経路数Lが一定であることに従ってのみ、Polar符号の復号化が実行されるので、復号化がかなり複雑である場合があるという先行技術の欠点に対処する。

【図面の簡単な説明】

【0031】

本発明の実施形態における、または先行技術における技術的解決手段をより明確に説明すべく、以下、実施形態または先行技術を説明するために必要な添付の図面について簡潔に説明する。以下の説明における添付の図面は、本発明の一部の実施形態を示すものに過ぎず、当業者であれば、これら添付の図面から創造的な努力なく他の図面をさらに導き出し得ることは明らかである。

【0032】

【図1】Polar符号SC復号化の符号樹の概略図である。

【0033】

【図2】Polar符号SCL復号化の符号樹の概略図である。

【0034】

【図3】本発明がベースとなることによるPolar符号符号化および復号化方法でのシステムアーキテクチャの図である。

【0035】

【図4】本発明によるPolar Polar符号を利用して符号化および復号化を行う方法の概略フローチャートである。

【0036】

【図5】本発明によるLの異なる値の場合におけるPolar符号符号化の性能曲線である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

【 図 6 】 本 発 明 に よ る 復 号 化 装 置 の 実 施 形 態 の 概 略 構 造 図 で あ る 。

【 0 0 3 8 】

【 図 7 】 本 発 明 に よ る 符 号 化 装 置 の 別 の 実 施 形 態 の 概 略 構 造 図 で あ る 。

【 0 0 3 9 】

【 図 8 】 本 発 明 に よ る 復 号 器 の 実 施 形 態 の 概 略 構 造 図 で あ る 。

【 0 0 4 0 】

【 図 9 】 本 発 明 に よ る 符 号 器 の 実 施 形 態 の 概 略 構 造 図 で あ る 。

【 0 0 4 1 】

【 図 1 0 】 本 発 明 に よ る 端 末 の 概 略 構 造 図 で あ る 。

10

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 4 2 】

以下、本発明の実施形態における添付の図面を参照して、本発明の実施形態における技術的解決手段を明確且つ完全に説明する。説明される実施形態は、本発明の実施形態の一部に過ぎず、すべてでないことは明らかである。当業者により、本発明の実施形態に基づいて創造的な努力なく得られるすべての他の実施形態が、本発明の保護範囲に属するものとする。

【 0 0 4 3 】

本発明の実施形態の技術的解決手段は、モバイル通信のためのグローバルシステム (Global System for Mobile Communications, GSM (登録商標)) システム、符号分割多重アクセス (Code Division Multiple Access, CDMA) システム、ワイドバンド符号分割多重アクセス (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA (登録商標)) システム、汎用パケット無線サービス (General Packet Radio Service, GPRS)、ロングタームエボリューション (Long Term Evolution, LTE) システム、LTE周波数分割複信 (Frequency Division Duplex, FDD) システム、LTE時分割複信 (Time Division Duplex, TDD)、およびユニバーサル移動体通信システム (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) などのようなさまざまな通信システムに適用してよい。したがって、以下の説明は、具体的な通信システムに限定されない。前述のシステムにおける基地局または端末によってターボ符号、またはLDPC符号を用いることで符号化される情報、またはデータは、本発明の実施形態におけるPolar符号を用いることで符号化してよい。

20

30

【 0 0 4 4 】

基地局は、GSM (登録商標) またはCDMAにおけるトランシーバ基地局 (Base Transceiver Station, BTS) であってよく、またはWCDMA (登録商標) におけるNodeB (NodeB) であってよく、または、LTEにおける発展型NodeB (Evolved Node B, eNBまたはeNodeB)、または将来の5Gネットワークなどの基地局デバイスであってよいことをさらに理解すべきである。これは、本発明において限定されない。

40

【 0 0 4 5 】

端末は、携帯電話、コードレス電話、スマートフォン、セッション開始プロトコル (Session Initiation Protocol, SIP) 電話、無線ローカルループ (Wireless Local Loop, WLL) 局、タブレットコンピュータ、メディアプレーヤ、スマートTV、スマートバンド、スマートウェアラブルデバイス、MP3 (Moving Picture Experts Group Audio Layer III, Moving Picture Experts Group Audio Layer 3) プレーヤー、MP4 (Moving Picture Experts Group Audio Layer IV, Moving Picture Exp

50

erts Group Audio Layer 3) プレーヤー、パーソナルデジタルアシスタント (Personal Digital Assistant, PDA)、無線通信機能を有するハンドヘルドデバイス、コンピューティングデバイス、無線モデムに接続される別の処理デバイス、車載デバイス、将来の5Gネットワークの端末デバイスなどであってよい。前述のデバイスは、基地局などのネットワークデバイスと通信およびやり取りすることができる。

【0046】

本発明の実施形態の理解を容易にするために、まず以下が、本発明の実施形態がベースとなる伝送側および受信側のネットワークアーキテクチャを説明する。図3を参照すると、図3は、本発明におけるPolar符号符号化および復号化方法がベースとなるシステムアーキテクチャの図である。本発明の実施形態において、符号化および復号化方法は、通信システムにおける基地局または端末によって実行されてよく、基地局および端末の両方が本発明に用いられる、伝送側および受信側を含んでよい。伝送側は、対象情報シーケンスを符号化するよう構成され、受信側は、符号化された対象情報シーケンスを復号化するよう構成される。本発明において、伝送側が基地局である場合、受信側は、端末であってよく、または伝送側が端末である場合、受信側が基地局であってよいことを理解することができる。本発明の実施形態におけるシステムアーキテクチャは、前述のシステムアーキテクチャを含むが限定されず、Polar符号符号化および復号化を実装することができるすべてのシステムアーキテクチャが本発明の保護範囲に属するものとするを留意すべきである。

【0047】

図4を参照すると、図4は、本発明の実施形態のPolar Polar符号を利用して符号化および復号化を行う方法の概略フローチャートである。図4を参照して、以下において、基地局または端末の伝送側および受信側に対して両者間のやり取りの観点から方法を説明する。図4に示されるように、本方法は、以下のS401からS407の段階を含んでよい。

【0048】

段階S401：対象情報シーケンスを受信する

【0049】

具体的に、基地局または端末の伝送側(UE、ユーザ機器など)が対象情報シーケンス(サンプリングされ、且つ量子化された音声信号など)を取得、または収集する。対象情報シーケンスの長さは、Kであり、Kは、正の整数である。Kの値は、通常2のn乗であり、nは、正の整数である。例えば、Kの値は、128、256、512、1024、または2048であってよい。

【0050】

段階S402：長さKに従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査CRCの長さMを決定する

【0051】

具体的に、先行技術において、異なる情報シーケンスに対して同一の伝送側によってセットされるCRCチェック符号の長さMは、同一であり、したがって、Mは、対象情報シーケンスの長さKの値と関係なく同じ値にセットされる。しかしながら、Mの値が大きくなると、符号化の複雑性がより高いことを意味する。対象情報シーケンスの長さKが比較的短い、長さMが比較的長い場合、明らかに、符号化の複雑性が不必要に増加させ、良好な符号化の性能は、実現できない。したがって、本発明の本実施形態は、対象情報シーケンスの長さKに従って、段階S401において受信する対象情報シーケンスに対して、巡回冗長検査CRCの長さMを決定する方法を提供する。従うべき規則は、以下のようにしてよい。対象情報シーケンスのより長い長さKは、CRCチェック符号のより大きいMの値に対応し、対象情報シーケンスのより短い長さKは、CRCチェック符号のより小さいMの値に対応し、または対象情報シーケンスの長さK、且つ第1の範囲にある長さKに対応するCRCチェック符号のMの値は、対象情報シーケンスの長さK、且つ第2の範囲

10

20

30

40

50

にある長さKに対応するCRCチェック符号のMの値より大きく、当該第1の範囲にあるKの値は、当該第2の範囲にあるKの値より大きい。

【0052】

可能な一実装において、伝送側は、情報シーケンスの長さKと、CRCチェックの符号の長さMとの間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、対象情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMを決定する。チェック符号マッピング関係において、より長い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMが、より短い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さM以上である。マッピング関係は、リストで示される関係、または関数で示される関係であってよいことを理解することができる。これは、本発明において具体的に限定されるものではない。マッピング関係は、良好なPolar符号符号化および符号復号化の性能を達成する、過去の実験値、またはエミュレーション解決手段からの関連するデータに従ってセットしてよいことを理解することができる。

10

【0053】

段階S403：CRCチェックの符号の長さMの符号を対象情報シーケンスに追加し、且つチェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対して長さNのPolar符号を取得するようPolar符号化を実行する。

【0054】

具体的に、Mビットのチェック符号は、Kビットの対象情報シーケンスの最後（概して、Mの値は、8、16、24、32などでよい）に付加され、次に、チェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対するPolar符号化を実行し、長さNのPolar符号を取得する。概して、Nの値は、サンプリングされ、且つ量子化された信号の長さに従って決定され、Nの値は、通常2のn乗であり、nは、正の整数である。概して、Nの一般的な値は、128、256、512、1024、または2048などであってよい。

20

【0055】

段階S404：受信側にPolar符号およびPolar符号の長さがNであることを示す指示情報を送信する

【0056】

具体的に、Polar符号およびPolar符号の長さがNであることを示す指示情報は、受信側に送信される。指示情報は、Polar符号の長さNであってよく、または対象情報シーケンスの長さKおよびPolar符号のビットレート（チャネル符号化において、K個のシンボルの情報シーケンスは、符号化を通じてN個のシンボルのコードワードにマッピングされ、 K/N は、ビットレートと称され、符号化の後もシンボルテーブルは、不変のままと仮定される）などのような関連情報であってよく、これにより、受信側は、指示情報に従って、受信したPolar符号の符号の長さがNであることを認識することができる。

30

【0057】

段階S405：受信側が、伝送側によって送信された、Polar Polar符号および指示情報を受信し、指示情報は、Polar符号の長さがNであることを示す。

40

【0058】

具体的に、基地局、またはUEの受信側が、段階S404において、伝送側によって送信された、Polar Polar符号、およびPolar符号の長さがNであることを示す指示情報を受信し、Polar Polar符号の長さがNであることを指示情報に従って認識する。前述の説明を参照すると、受信側は、指示情報（例えば、指示情報は、Polar符号の長さNの値そのものを含む）に従って、Polar符号の長さNを直接取得してよく、または計算（例えば、指示情報は、対象情報シーケンスの長さKおよびPolar符号のビットレートを含み、Polar符号の長さNの値は、対象情報シーケンスの長さKおよびPolar符号のビットレートに従って、計算されてよい）を通じてPolar符号の長さNを認識してよいことを認識することができる。

50

【0059】

段階S406: Polar符号の符号の長さNと、Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNR信号対ノイズ比SNRとに従って、Polar符号の生き残り経路数Lを決定する

【0060】

具体的に、先行技術において、同一の受信側は、異なる長さNを有するすべての受信したPolar符号に対して、比較的大きな生き残り経路数Lをセットし、したがって、同一の比較的大きなLの値が、受信したPolar符号の長さNの値に関係なく用いられる。しかしながら、Lの値が大きくなると、より高い復号化の複雑性およびより多いエネルギー消費を意味する。Polar符号の長さNが比較的短い、Lの値が比較的大きい場合、明らかに、復号化の複雑性を不必要に増加させ、良好な復号化の性能は、実現できない。したがって、本発明の本実施形態は、Polar符号の符号の長さNと、Polar符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、Polar符号の生き残り経路数Lを決定する方法を提供する。Lは、正の整数であり、Lの値は、概して、2のn乗であり、nは、正の整数である。概して、Lの一般的な値は、2、4、8、16、32などである。信号対ノイズ比は、受信した信号(Polar Polar符号)の品質を反映し得る。したがって、より大きい信号対ノイズ比は、より小さいノイズ干渉、およびより良い信号品質を意味し、より少ない生き残り経路が確保される必要があり、より小さい信号対ノイズ比は、より大きいノイズ干渉、およびより悪い信号品質を意味し、この場合、より多くの不確定要因があるので、より多くの生き残り経路が確保される必要がある。同様に、より長いPolar符号は、より高い復号化の複雑性、およびより多くの不確定要因を意味し、より多くの生き残り経路の確保が必要となる。反対に、より短いPolar符号は、より低い復号化の複雑性、およびより少ない不確定要因を意味し、より少ない生き残り経路の確保が必要となる。すなわち、本発明の本実施形態において、符号の長さNと、信号対ノイズ比SNRと、生き残り経路数Lとの間の関係は、この規則に従って動的にセットすることができる。Polar Polar符号を受信する信号対ノイズ比を計算する方法は、先行技術における関連するパラメータおよび計算式に従って、(例えば、基数10のノイズの累乗に対するPolar Polar符号を受信するための対数比)計算されてよいことに留意すべきである。これは、本発明において具体的に限定されるものではない。

【0061】

可能な一実装において、受信側は、信号対ノイズ比SNR間で予め格納された生き残り経路数のマッピング関係に従って、Polar符号の符号の長さN、および生き残り経路数Lを決定し、生き残り経路数Lは、Polar Polar符号に対応する。生き残り経路数のマッピング関係において、Polar Polar符号を受信するより大きい信号対ノイズ比SNRを有するPolar符号に対応するLの値が、Polar Polar符号を受信するより小さい信号対ノイズ比SNRを有するPolar符号に対応するLの値以下であり、より長い符号の長さを有するPolar符号に対応するLの値が、より短い符号の長さを有するPolar符号に対応するLの値以上である。マッピング関係は、リストで示される関係、または関数で示される関係であってよいことを理解することができる。これは、本発明において具体的に限定されるものではない。

【0062】

段階S407: 生き残り経路数Lに従って、Polar Polar符号に対して逐次消去リストSCL復号化を実行してL個の生き残り経路を取得し、L個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックしてPolar Polar符号の復号化結果を取得する

【0063】

具体的に、逐次消去リストSCL復号化(当該復号化アルゴリズムは、背景技術で説明されている)は、段階S406において決定された生き残り経路数Lに従って、Polar Polar符号に対して実行されてL個の生き残り経路を取得し、少なくとも1つのL個の生き残り経路がチェックされ、Polar Polar符号の復号化結果を取得す

10

20

30

40

50

る。具体的なチェック方式は、伝送側が Polar Polar 符号を伝送する前にチェック符号を追加する具体的な方式に依拠することを理解することができる。

【0064】

可能な一実装において、受信側は、L個の生き残り経路のうち少なくとも1つに対して巡回冗長検査CRCを実行をする。さらに、受信側は、L個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対するCRCチェックを実行し、チェックが成功した場合、最大の確率値を有する生き残り経路を Polar Polar 符号の復号化結果として用いる。またさらに、チェックが失敗した場合、伝送側は、再伝送を実行するよう通知され、またはチェックが失敗した場合、Lの値を、Lの閾値範囲内（Lの値は、総経路数より大きくはなり得ないので、Lの値は、特定の範囲内にある）で増加させ、Lの増加後の値に従って、Polar Polar 符号に対してSC-L復号化を実行し、Polar Polar 符号の復号化結果を取得する。すなわち、Lの値を増加させた後で、失われる可能性のあった Polar 符号復号化結果が、追加された生き残り経路から取得することができ、これにより、最終的に復号化結果を取得する確率を増加させる。Lの値を増加させる方式は、Lの値をuだけ増加させることであってよく、uは、正の整数であること、またはLにvを乗算することであり、vは、1より大きいことである。

10

【0065】

可能な一実装において、受信側は、L個の生き残り経路のうちw個の生き残り経路に対して、巡回冗長検査CRCを実行し、wが1より大きく且つ、L以下の整数であり、チェックがw個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、Polar Polar 符号の復号化結果としてチェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いる。w個の生き残り経路がどのように選択されるかは、以下のようによい。確率値が比較的大きいw個の生き残り経路は、確率値に従って選択され、またはw個の生き残り経路は、ランダムに選択され、またはw個の生き残り経路は、事前設定された規則に従って選択されてよい。これは、本発明において具体的に限定されるものではない。さらに、チェックが、w個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、伝送側は、再伝送を実行するよう通知され、またはチェックがw個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、Lの値を、Lの閾値範囲内で増加させ、Lの増加後の値に従って Polar Polar 符号に対してSC-L復号化を実行し、Polar Polar 符号の復号化結果を取得する。すなわち、Lの値を増加させた後で、失われる可能性のあった Polar 符号復号化結果が、追加された生き残り経路から取得することができ、これにより、最終的に復号化結果を取得する確率を増加させる。Lの値を増加させる方式は、Lの値をuだけ増加させることであってよく、uは、正の整数であること、またはLにvを乗算することであり、vは、1より大きいことである。

20

30

【0066】

本発明の本実施形態は、受信側は、伝送側によって送信される Polar Polar 符号および指示情報を受信し、指示情報が、Polar Polar 符号の長さがNであることを示し、Polar Polar 符号の符号の長さNと、Polar Polar 符号を受信する信号対ノイズ比SNRとに従って、Polar Polar 符号の生き残り経路数Lを決定することであり、生き残り経路数Lに従って、Polar Polar 符号に対して逐次消去リストSC-L復号化を実行してL個の生き残り経路を取得し、最終的に Polar Polar 符号の復号化結果のL個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックして取得する。すなわち、本発明において提供される Polar 符号の復号化方法によって、Polar 符号の復号化に対する生き残り経路数Lは、Polar Polar 符号の符号の長さ、Polar Polar 符号を受信する信号対ノイズ比とに従って適応可能に選択される。このように、生き残り経路の比較的小さい値が性能に影響を与えることなく選択することができる。これは、システムの複雑性を低減し、生き残り経路数Lが一定であることに従ってのみ、Polar Polar 符号の復号化が実行されるので、復号化がかなり複雑である場合があるという先行技術の欠点に対処する。さらに、本発明の本実施形態において、CRCチェックの符号の長さMは、伝送される予定の対

40

50

象情報シーケンスの長さKに従って、伝送側にて適応可能に決定される。これは、いくつかの場合において、CRCチェック符号のMの値があまりに大きいか、またはあまりに小さいので、符号化が過度に複雑であるか、または過度に単純であるという問題を回避し、Polar Polar符号符号化の性能が改善する。

【0067】

具体的な適用状況において、本発明の本実施形態における伝送側および受信側の具体的な処理プロセスは、以下のようにしてよい。

【0068】

(1) 伝送側は、長さがKの情報シーケンスXを取得する。

【0069】

(2) 伝送側は、情報シーケンスXの長さKに従ってCRCの長さMを決定する。CRCの長さMの値は、8、16、24、または32であってよい。概して、Mの値は、情報シーケンスXの長さKに従って決定される。情報シーケンスXが比較的短い場合、8の長さを有するCRCが用いられてよく、または情報シーケンスXが比較的長い場合、32の長さを有するCRCが用いられてよく、または16もしくは24の長さを有するCRCが用いられてよい。具体的には、対応関係が以下の表に列挙されている。

【表1】

K	$K \leq 128$	$128 < K \leq 512$	$512 < K \leq 8192$	$K > 8192$
M	8	16	24	32

【0070】

(3) 伝送側は、CRCチェックの符号の長さMを長さがKの情報シーケンスXに追加し、長さ(K + M)の情報シーケンスYを取得する。

【0071】

(4) 伝送側は、情報シーケンスYに対するPolar符号化を実行し、長さNのPolar符号シーケンスを取得し、Nは、Polar符号の符号の長さである。

【0072】

(5) 伝送側は、Polar符号化を通じて取得した符号シーケンスを、無線空間チャネルを用いることによって受信側に送信し、情報シーケンスXの長さK、およびPolar符号のビットレートなどの関連情報を受信側に送信する。

【0073】

(6) 受信側は、Polar符号シーケンス、情報シーケンスXの長さK、およびPolar符号のビットレートなどの伝送側によって伝送された情報を受信する。

【0074】

(7) 受信側は、情報シーケンスXの長さK、およびPolar符号のビットレートなどに従って、Polar符号の符号の長さN、およびCRCの長さMを決定する。

【0075】

(8) 受信側は、信号を受信する信号対ノイズ比SNRを計算し、Polar符号化に対して生き残り経路数Lの値を取得する。具体的に、生き残り経路数Lの値は、信号を受信するための信号対ノイズ比SNR間の関係に従って、Polar符号の符号の長さN、および生き残り経路数Lを取得してよい。この関係は、表、関数などによって表されてよく、受信側に格納されてよい。図5は、符号の長さNが8192である場合のLの異なる値の性能曲線を示す。

【0076】

横軸は、信号対ノイズ比SNR (Signal to Noise Ratio)を表し、縦軸は、ビットエラーレートを表す。エミュレーション結果によって、信号対ノイズ比SNRと、Polar符号の符号の長さNと、生き残り経路数Lとの間の関係は、以下の表に列挙されるように決定されてよい。

10

20

30

40

50

【表 2】

$\begin{matrix} \text{SNR} \\ \text{L} \\ \text{N} \end{matrix}$	≤ 1.1	1.1~1.25	1.25~1.4	1.4~1.8	≥ 1.8
8192	32	16	8	4	2

【0077】

すなわち、符号の長さが 8192 である場合は、SNR 1.1 dB の場合、L の値は、32 であり、SNR が 1.1 ~ 2.5 dB の範囲にある場合、L の値は、16 であり、SNR が 1.25 ~ 1.4 dB の範囲にある場合、L の値は、8 であり、SNR が 1.4 ~ 1.8 dB の範囲にある場合、L の値は、4 であり、SNR 1.8 dB の場合、L の値は、2 である。

10

【0078】

(9) 受信側は、生き残り経路数 L に従って、受信した情報シーケンスに対して Polar 符号の復号化を実行し、L 個の生き残り経路を取得する。

【0079】

(10) 受信側は、L 個の生き残り経路のうち最大の確率を有する経路を出力し、CRC チェックを実行する。

20

【0080】

(11) CRC チェックが成功した場合、当該経路は復号化結果であり、または CRC チェックが失敗した場合、受信側は、伝送側に再伝送を実行するようを通知する。

【0081】

別の適用状況において、前述の適用状況における段階(10)および段階(11)は、以下の段階(12)および段階(13)説明される方式で実行してよい。

【0082】

(12) 受信側は、L 個の生き残り経路に対しての長さ M の CRC チェックを実行し、生き残り経路に対して CRC チェックが成功した場合、CRC チェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率を有する生き残り経路を出力し、そうでなければ、段階(13)を実行する。

30

【0083】

(13) 受信側は、信号を受信するための信号対ノイズ比 SNR と、Polar 符号の符号の長さ N と、生き残り経路数 L との関係に従って、L の値を次のレベルの値となるよう調整する。例えば、表 1 において、L の現在値が 4 である場合、L の値が次のレベルの値 8 になるよう調整され、L の現在値が 16 である場合、L の値が次のレベルの値 32 になるよう調整され、L の値が L の値のうち最大値の L の値である場合、調整は実行しない。表 1 に列挙されるように、L の現在値が L の最大値である 32 である場合、調整は実行しなく、L 個の生き残り経路のうち最大の確率を有する経路を出力し、そうでなければ、調整された L の値に従って、段階(9)を実行する。

40

【0084】

さらに、別の適用状況において、前述の適用状況における段階(10)および段階(11)は、以下の段階(14)から段階(16)で説明される方式で実行してよい。

【0085】

(14) 受信側は、L 個の生き残り経路のうち最大の確率を有する経路を出力する。

【0086】

(15) 受信側は、段階(14)で出力される経路に対して CRC チェックを実行し、CRC チェックが成功した場合、プロセスは終了し、または CRC チェックが失敗した場合、段階(16)を実行する。

50

【 0 0 8 7 】

(1 6) 受信側は、信号を受信するための信号対ノイズ比 SNR と、 $Polar$ 符号の符号の長さ N と、生き残り経路数 L との関係に従って、 L の値を L の次のレベルの値となるよう調整する。例えば、表 1 において、 L の現在値が 4 である場合、 L の値が次のレベルの値 8 になるよう調整され、 L の現在値が 16 である場合、 L の値が次のレベルの値 32 になるよう調整され、 L の値が L の値のうち最大値の L の値である場合、調整は実行しない。表 1 に列挙されるように、 L の現在値が L の最大値である 32 である場合、調整は実行しなく、 L 個の生き残り経路のうち最大の確率を有する経路を出力し、そうでなければ、調整された L の値に従って、段階 (4) を実行する。本発明は、前述の具体的な適用状況を含むが限定されないことを理解することができる。さらなる詳細な実装については、図 4 における本方法の実施形態を参照されたい。詳細は、本明細書において再度列挙されない。

10

【 0 0 8 8 】

図 6 は、本発明の実施形態における復号化装置の実施形態の概略構造図である。詳細は、以下で説明される。復号化装置 10 は、復号化受信モジュール 101 と、復号化決定モジュール 102 と、復号化モジュール 103 とを含んでよい。

【 0 0 8 9 】

復号化受信モジュール 101 は、受信側が、伝送側によって送信された、 $Polar$ $Polar$ 符号および $Polar$ $Polar$ 符号の長さ N であることを示す指示情報を受信するよう構成される。

20

【 0 0 9 0 】

復号化決定モジュール 102 は、 $Polar$ $Polar$ 符号の符号の長さ N と、 $Polar$ $Polar$ 符号を受信する信号対ノイズ比 SNR とに従って、 $Polar$ $Polar$ 符号の生き残り経路数 L を決定するよう構成され、 L は、正の整数である。

【 0 0 9 1 】

復号化モジュール 103 は、生き残り経路数 L に従って、 $Polar$ $Polar$ 符号に対して逐次消去リスト $SC L$ 復号化を実行して L 個の生き残り経路を取得し、 L 個の生き残り経路のうち少なくとも 1 つをチェックして $Polar$ $Polar$ 符号の復号化結果を取得するよう構成される。

【 0 0 9 2 】

具体的に、復号化決定モジュール 102 は、信号対ノイズ比 SNR 間で予め格納された生き残り経路数のマッピング関係に従って、 $Polar$ 符号の符号の長さ N 、および生き残り経路数 L を決定し、生き残り経路数 L は、 $Polar$ $Polar$ 符号に対応するよう構成される。生き残り経路数のマッピング関係において、 $Polar$ $Polar$ 符号を受信するより大きい信号対ノイズ比 SNR を有する $Polar$ 符号に対応する L の値が、 $Polar$ $Polar$ 符号を受信するより小さい信号対ノイズ比 SNR を有する $Polar$ 符号に対応する L の値以下であり、より長い符号の長さを有する $Polar$ 符号に対応する L の値が、より短い符号の長さを有する $Polar$ 符号に対応する L の値以上である。

30

【 0 0 9 3 】

さらに、復号化モジュール 103 は、具体的に、 L 個の生き残り経路の少なくとも 1 つに対する巡回冗長検査 CRC を実行するよう構成される。

40

【 0 0 9 4 】

さらに、復号化モジュール 103 は、第 1 のチェックユニットと、第 1 の復号化ユニットとを含んでよい。

【 0 0 9 5 】

第 1 のチェックユニットは、 L 個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対する CRC チェックを実行するよう構成される。

【 0 0 9 6 】

第 1 の復号化ユニットは、チェックが成功した場合、最大の確率値を有する生き残り経

50

路を Polar Polar 符号の復号化結果として用いるよう構成される。

【0097】

さらに、復号化モジュール103は、第2の復号化ユニットを含んでよい。

【0098】

第2の復号化ユニットは、チェックが失敗した場合、Lの閾値範囲内でLの値を増加させるよう構成され、且つ Polar Polar 符号の復号化結果を取得するようLの増加後の値に従って、Polar Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される。

【0099】

またさらに、復号化モジュール103は、第2のチェックユニットと、第3の復号化ユニットとを含んでよい。

10

【0100】

第2のチェックユニットは、L個の生き残り経路のうちw個の生き残り経路に対して、巡回冗長検査CRCを実行するよう構成され、wが1より大きく且つ、L以下の整数である。

【0101】

第3の復号化ユニットは、チェックがw個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、Polar Polar 符号の復号化結果としてチェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いるよう構成される。

【0102】

20

またさらに、復号化モジュール103は、第4の復号化ユニットを含んでよい。

【0103】

第4の復号化ユニットは、チェックがw個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、Lの閾値範囲内でLの値を増加させるよう構成され、且つ Polar Polar 符号の復号化結果を取得するようLの増加後の値に従って、Polar Polar 符号に対して SCL 復号化を実行するよう構成される。

【0104】

またさらに、第2の復号化ユニットまたは第4の復号化ユニットは、Lの値を増加させ、具体的には、Lの値をuだけ増加させ、uは、正の整数であること、またはLにvを乗算し、vは、1より大きいことである。

30

【0105】

復号化装置10におけるモジュールの機能に対して、図4における本方法の実施形態において、具体的な実装に対応して参照してよいことを理解することができる。詳細は、本明細書において、再度説明はしない。

【0106】

図7は、本発明の実施形態における符号化装置の実施形態の概略構造図である。詳細は、以下で説明される。符号化装置20は、符号化受信モジュール201と、符号化決定モジュール202と、符号化モジュール203と、送信モジュール204とを含んでよい。

【0107】

符号化受信モジュール201は、長さがKである対象情報シーケンスを受信するよう構成される。

40

【0108】

符号化決定モジュール202は、長さKに従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査CRCの長さMを決定するよう構成される。

【0109】

符号化モジュール203は、長さがMのCRCチェック符号を対象情報シーケンスに追加し、且つチェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対して長さNのPolar 符号を取得するようPolar 符号化を実行するよう構成される。

【0110】

送信モジュール204は、受信側に Polar Polar 符号および Polar Po

50

l a r 符号の長さがNであることを示す指示情報を送信するよう構成される。

【 0 1 1 1 】

具体的には、符号化決定モジュール202は、情報シーケンスの長さKと、CRCチェックの符号の長さMとの間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、対象情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMを決定するよう構成され、チェック符号マッピング関係において、より長い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMが、より短い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さM以上である。

【 0 1 1 2 】

符号化装置20におけるモジュールの機能に対して、図4における本方法の実施形態において、具体的な実装に対応して参照してよいことを理解することができる。詳細は、本明細書において、再度説明はしない。

10

【 0 1 1 3 】

本発明の実施形態において、前述の解決手段をより良く実装すべく、本発明はさらに、前述の解決手段の実装を役立てるよう構成される関連する符号器および関連する復号器を提供する。図8および図9において、本発明の符号器および復号器の実施形態の概略構造図を参照して、以下が符号器および復号器を詳細に説明する。

【 0 1 1 4 】

図8は、本発明による復号器の概略構造図である。図8における復号器30は、本方法の実施形態において、段階および方法を実装するよう構成されてよい。復号器30は、さまざまな通信システムにおける基地局または端末に適用され得る。図8に示される実施形態において、復号器30は、入力ユニット301と、出力ユニット302と、記憶ユニット303と、復号化処理ユニット304とを含む。復号化処理ユニット304は、復号器30の演算を制御し、信号を処理するよう構成されてよい。記憶ユニット303は、リードオンリメモリおよびランダムアクセスメモリを含んでよく、命令およびデータを復号化処理ユニット304に提供してよい。記憶ユニット303の一部はさらに、不揮発性ランダムアクセスメモリ(NVRAM)を含んでよい。特定の適用において、復号器30は、携帯電話など、無線通信デバイスに内蔵されてよく、または無線通信デバイスであってよく、さらに、入力ユニット301と、出力ユニット302とを収容するキャリアを含んでよく、これにより復号器30は、データを遠隔地から受信し、データを遠隔地に伝送することを可能とする。入力ユニット301および出力ユニット302は、アンテナに連結されてよく、信号を伝送および受信してよい。復号器30のコンポーネントは、バスシステムを用いることによって共に連結される。データバスに加えて、バスシステムはさらに、電力バスと、制御バスと、ステータス信号バスとを含む。しかしながら、明確な説明のためにさまざまなバスが、図においてバスシステムとしてマークされる。

20

30

【 0 1 1 5 】

記憶ユニット303は、伝送側によって送信されるPolar Polar符号および指示情報を受信側によって受信することと、指示情報が、Polar Polar符号の長さがNであることを示すことと、Polar Polar符号を受信することのために、Polar Polar符号の符号の長さNおよび信号対ノイズ比SNRに従って、Polar Polar符号の生き残り経路数Lを決定することであり、Lは、正の整数である、決定することと、生き残り経路数Lに従って、Polar Polar符号に対して逐次消去リストSCL復号化を実行してL個の生き残り経路を取得することと、Polar Polar符号の復号化結果のL個の生き残り経路のうち少なくとも1つをチェックして取得することとを実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納してよい。

40

【 0 1 1 6 】

さらに、記憶ユニット303がさらに、信号対ノイズ比SNRと、Polar符号の符号の長さNと、生き残り経路数Lとの間で予め格納された生き残り経路数のマッピング関係に従って、Polar Polar符号に対応する生き残り経路数Lを決定することと

50

、生き残り経路数のマッピング関係において、Polar Polar符号を受信することのために、より大きい信号対ノイズ比SNRを有するPolar符号に対応するLの値が、Polar Polar符号を受信することのために、より小さい信号対ノイズ比SNRを有するPolar符号に対応するLの値以下であり、より長い符号の長さを有するPolar符号に対応するLの値が、より短い符号の長さを有するPolar符号に対応するLの値以上であり、プロセスを実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

【0117】

またさらに、記憶ユニット303がさらに、L個の生き残り経路の少なくとも1つに対する巡回冗長検査CRCを実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

10

【0118】

またさらに、記憶ユニット303がさらに、L個の生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路に対してCRCチェックを実行することと、チェックが成功した場合、最大の確率値を有する生き残り経路をPolar Polar符号の復号化結果として用いることとを実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

【0119】

またさらに、記憶ユニット303がさらに、チェックが失敗した場合、伝送側に再伝送を実行するよう通知すること、またはチェックが失敗した場合、Lの閾値範囲内でLの値を増加させて、Lの増加後の値に従って、Polar Polar符号に対してSC-L復号化を実行して、Polar Polar符号の復号化結果を取得して実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

20

【0120】

またさらに、記憶ユニット303がさらに、L個の生き残り経路のうちw個の生き残り経路に対して、巡回冗長検査CRCを実行することと、wが1より大きく且つ、L以下の整数である、実行することと、チェックが、w個の生き残り経路のうち生き残り経路に対して成功した場合、Polar Polar符号の復号化結果として、チェックが成功した生き残り経路のうち最大の確率値を有する生き残り経路を用いることとを実行するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

【0121】

またさらに、記憶ユニット303がさらに、チェックがw個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、伝送側に再伝送を実行するよう通知すること、またはチェックがw個の生き残り経路に対していずれも成功しなかった場合、Lの閾値範囲内でLの値を増加させて、Lの増加後の値に従って、Polar Polar符号に対してSC-L復号化を実行し、Polar Polar符号の復号化結果を取得するよう復号化処理ユニット304をイネーブルする命令を格納する。

30

【0122】

またさらに、Lの値は、uだけ増加させることであり、uは、正の整数であること、またはLにvを乗算することであり、vは、1より大きいことである。

【0123】

Polar符号の復号器30における機能ユニットの機能に対して、図4における本方法の実施形態において、具体的な実装に対応して参照してよいことを理解することができる。詳細は、本明細書において、再度説明はしない。

40

【0124】

図9は、本発明による符号器の概略構造図である。図9における符号器40は、本方法の実施形態において段階および方法を実装するよう構成されてよい。符号器40は、さまざまな通信システムにおける基地局または端末に適用され得る。図9に示される実施形態において、符号器40は、入力ユニット401と、出力ユニット402と、記憶ユニット403と、符号化処理ユニット404とを含む。符号化処理ユニット404は、符号器40の演算を制御し、信号を処理するよう構成されてよい。記憶ユニット403は、リード

50

オンリメモリおよびランダムアクセスメモリを含んでよく、命令およびデータを符号化処理ユニット404に提供してよい。記憶ユニット403の一部はさらに、不揮発性ランダムアクセスメモリ(NVRAM)を含んでよい。特定の適用において、符号器40は、携帯電話など、無線通信デバイスに内蔵されてよく、または無線通信デバイスであってよく、さらに、入力ユニット401と、出力ユニット402とを収容するキャリアを含んでよく、これにより符号器40は、データを遠隔地から受信し、データを遠隔地に伝送することを可能とする。入力ユニット401および出力ユニット402は、アンテナに連結されてよく、信号を伝送および受信してよい。符号器40のコンポーネントは、バスシステムを用いることによって共に連結される。データバスに加えて、バスシステムはさらに、電力バスと、制御バスと、ステータス信号バスとを含む。しかしながら、明確な説明のため

10

【0125】

記憶ユニット403は、対象情報シーケンスの長さがKであり、伝送側によって対象情報シーケンスを受信することと、長さKに従って、対象情報シーケンスに対する巡回冗長検査CRCの長さMを決定することと、対象情報シーケンスに長さがMのCRCチェック符号を追加することと、チェック符号が追加された後で取得される情報シーケンスに対して長さNのPolar符号を取得するようPolar符号化を実行することと、受信側にPolar Polar符号、およびPolar Polar符号の長さがNであることを示す指示情報を送信することとを実行するよう符号化処理ユニット404をイネーブルする命令を格納してよい。

20

【0126】

具体的には、記憶ユニット403はさらに、情報シーケンスの長さKと、CRCチェックの符号の長さMとの間の予め格納されたチェック符号マッピング関係に従って、対象情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMを決定することを有し、チェック符号マッピング関係において、より長い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さMが、より短い長さKを有する情報シーケンスに対応するCRCチェックの符号の長さM以上である、プロセスを実行するよう符号化処理ユニット404をイネーブルする命令を格納する。

【0127】

符号器40における機能ユニットの機能に対して、図4における本方法の実施形態において、具体的な実装に対応して参照してよいことを理解することができる。詳細は、本明細書において、再度説明はしない。

30

【0128】

本発明の実施形態において開示された前述の符号器および復号器において、復号化処理ユニット304、または符号化処理ユニット404は、信号処理機能を有する集積回路チップであってよいことに留意すべきである。実装において、前述の方法における段階は、復号化処理ユニット304、または符号化処理ユニット404におけるハードウェア一体化論理回路を用いることによって、または命令をソフトウェアの形態で用いることによって実装してよい。命令は、代替的に、別の関連するプロセッサを用いて、実装および制御されてよく、これにより、本発明の実施形態において開示された方法を実行する。復号化処理ユニット304、または符号化処理ユニット404は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)であってよく、または別のプログラマブル論理デバイス、ディスクリットゲート、またはトランジスタ論理デバイス、またはディスクリットハードウェアコンポーネント、であってよく、および本発明の実施形態において開示された、実装または実行の方法、段階、および論理ブロック図であってよい。

40

【0129】

図10を参照すると、図10は、本発明において提供される端末50の概略構造図である。本発明の実施形態において、復号器30および符号器40は、端末へと統合されてよく、本発明の実施形態における関連するPolar Polar符号を利用して符号化お

50

よび復号化を行う方法のプロセスを実行する。端末50は、ベースバンドチップ501と、無線周波数/アンテナモジュール502と、メモリ503(1つまたは複数のコンピュータ可読記憶媒体を含んでよい)と、ディスプレイ(LCD)、カメラ、音声回路、タッチスクリーン、およびセンサ(1つまたは複数のセンサが含まれてよい)など周辺システム504とを含む。ベースバンドチップ501は、集積化によって、1つまたは複数のプロセッサ5011と、クロックモジュール5012と、パワー管理モジュール5013と、コーデック5014(復号器30および符号器40の関連する機能に統合される)とを含んでよい。これらのコンポーネントは、1つまたは複数の通信バスに介して通信し得る。

【0130】

メモリ503は、プロセッサ5011と連結され、さまざまなソフトウェアプログラムおよび/または複数の命令セットを格納するよう構成される。具体的な実装において、メモリ503は、高速ランダムアクセスメモリを含んでよく、1つまたは複数のディスク記憶デバイス、フラッシュデバイス、または別の不揮発性ソリッドステート記憶デバイスなどの不揮発性メモリを含んでもよい。

10

【0131】

無線周波数/アンテナモジュール502は、無線周波数信号を受信および送信するよう構成される。無線周波数/アンテナモジュール502は、無線周波数信号またはアンテナを用いることによって、通信ネットワーク、および別の通信デバイスと通信する。具体的な実装の間、無線周波数/アンテナモジュール502は、アンテナシステム、RFトランシーバ、1つまたは複数の増幅器、チューナ、1つまたは複数の発振器、デジタル信号プロセッサ、コーデックチップ、SIMカード、および記憶媒体などを含んでよいが限定されない。いくつかの実施形態において、無線周波数/アンテナモジュール502は、別個のチップに実装する場合がある。

20

【0132】

周辺システム504は、主に、端末50と、ユーザ/外部環境との間でやり取りを行う機能を実装するよう構成され、主に、クライアント50の入出力装置を含む。具体的な実装の間、周辺システム504は、ディスプレイ(LCD)コントローラ、カメラコントローラ、音声コントローラ、タッチスクリーンコントローラ、およびセンサ管理モジュールを含んでよい。それぞれのコントローラは、対応する周辺デバイスと連結してよい。いくつかの実施形態において、周辺システム504はさらに、別のI/O周辺コントローラを含んでよい。

30

【0133】

ベースバンドチップ501へと一体化されたクロックモジュール5012は、主に、プロセッサ5011に対して、データ伝送およびタイミング制御に必要なクロックを生成するよう構成される。ベースバンドチップ501へと一体化されたパワー管理モジュール5013は、主に、プロセッサ5011、無線周波数モジュール502、および周辺システムに対して、安定し、且つ高精度の電圧を提供するよう構成される。

【0134】

ベースバンドチップにおけるコーデック5014によって実行される機能に対して、図4における本方法の実施形態において、方法の段階に対応して参照してよいことを理解することができる。詳細は、本明細書において、再度説明はしない。

40

【0135】

当業者は、本明細書において開示された実施形態において説明された例と組み合わせて、ユニットおよびアルゴリズムの段階が、電子ハードウェアまたはコンピュータソフトウェアと電子ハードウェアとの組み合わせによって実装され得ることを認識し得る。それらの機能がハードウェアによって実行されるかソフトウェアによって実行されるかどうかは、技術的解決手段の特定の用途および設計上の制約条件に依拠する。当業者は、異なる方法を用いて、説明されている機能を特定の用途ごとに実装し得るが、そのような実装は、本発明の範囲を超えるものとみなされるべきではない。

【0136】

50

当業者によって、説明の便宜および簡潔性の目的のために、前述のシステム、装置、およびユニットの詳細な動作プロセスについて、前述の方法の実施形態において対応するプロセスが参照されてよく、詳細は本明細書において、再度説明されないことが明確に理解され得る。

【0137】

本願において提供されるいくつかの実施形態において、開示のシステム、装置、および方法は、他の方式で実装されてよいことを理解すべきである。例えば、説明された装置の実施形態は、一例に過ぎない。例えば、ユニットの分割は、論理的機能の分割に過ぎず、実際の実装においては他の分割であってよい。例えば、複数のユニットまたはコンポーネントが別のシステムへと組み合わせられ、もしくは統合されてよく、または、一部の機能が無視されてよく、もしくは実行されなくてよい。さらに、表示または説明されている相互結合もしくは直接結合または通信接続は、いくつかのインターフェースを用いて実装されてよい。装置間またはユニット間の間接的な結合または通信接続は、電子的、機械的、または他の形態で実装されてよい。

10

【0138】

別個の部分として説明されたユニットは、物理的に別個であってもなくてもよく、ユニットとして表示される部分は、物理的ユニットであってもなくてもよく、1つ位置に配置されてもよく、または複数のネットワークユニットに分散されてもよい。これらのユニットの一部またはすべてが、実施形態の解決手段の目的を達成するように、実際の要件に応じて選択されてよい。

20

【0139】

さらに、本発明の実施形態における機能ユニットが1つの処理ユニットへと統合されてよく、または、ユニットのそれぞれが物理的に単独で存在してよく、または2つまたはそれより多くのユニットが1つのユニットへと統合される。

【0140】

機能がソフトウェア機能ユニットの形態で実装され、単独の製品として販売または使用される場合、機能は、コンピュータ可読記憶媒体に格納されてよい。そのような理解に基づいて、本発明の技術的解決手段は本質的に、または先行技術に寄与する部分は、または技術的解決手段のいくつかは、ソフトウェア製品の形態で実装されてよい。コンピュータソフトウェア製品は、記憶媒体に格納され、本発明の実施形態で説明された方法の段階のすべてまたはいくつかを実行するように、コンピュータデバイス（パーソナルコンピュータ、サーバ、ネットワークデバイスなどであってよい）に命令するためのいくつかの命令を含む。前述の記憶媒体は、USBフラッシュドライブ、リムーバブルハードディスク、リードオンリメモリ（ROM、Read-Only Memory）、ランダムアクセスメモリ（RAM、Random Access Memory）、磁気ディスク、または光ディスクなど、プログラムコードを格納することができる任意の媒体を含む。

30

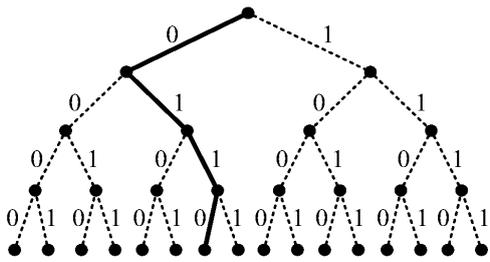
【0141】

前述の説明は、本発明の具体的な実装形態に過ぎず、本発明の保護範囲を限定することを意図するものではない。本発明に開示の技術的範囲内において当業者により容易に考え出されるあらゆる変形例または置き換えが、本発明の保護範囲に属するものとする。したがって、本発明の保護範囲は、特許請求の範囲の保護範囲に従うものとする。

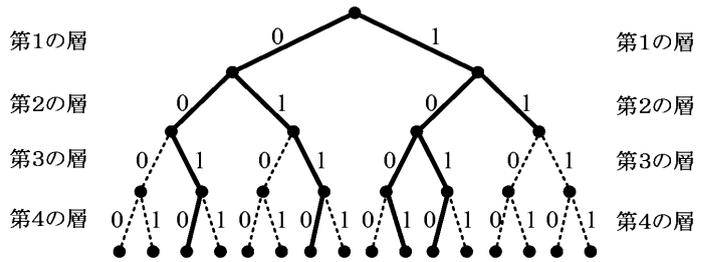
40

【図面】

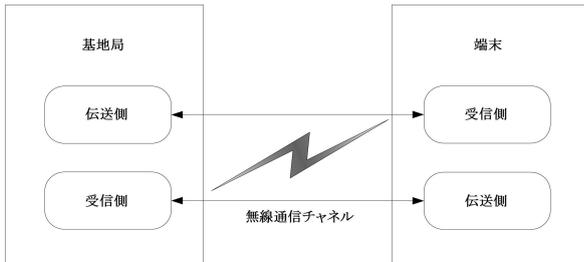
【図 1】



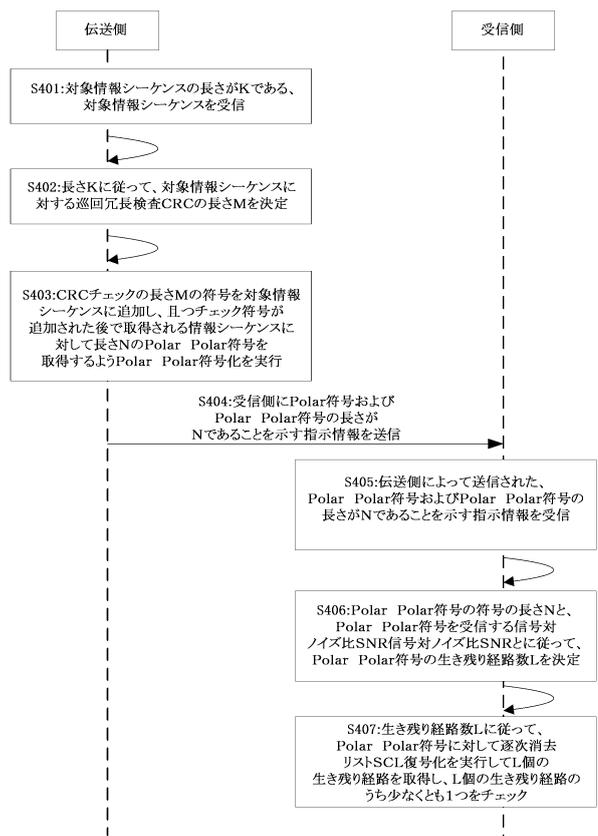
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

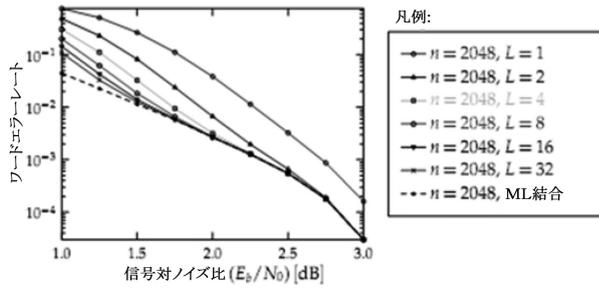
20

30

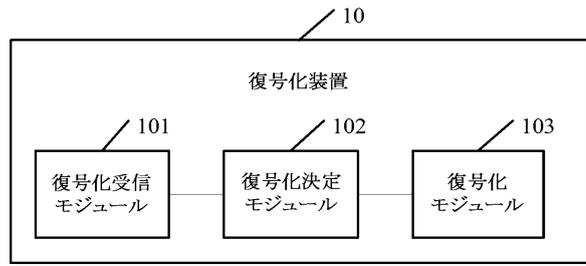
40

50

【図5】

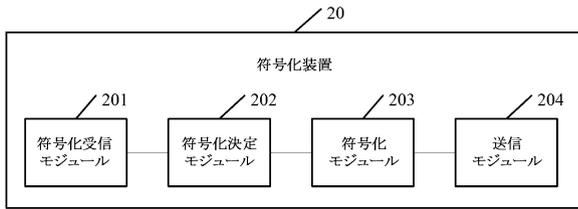


【図6】

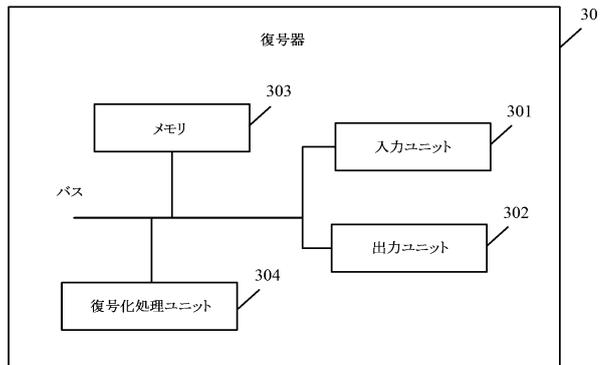


10

【図7】



【図8】



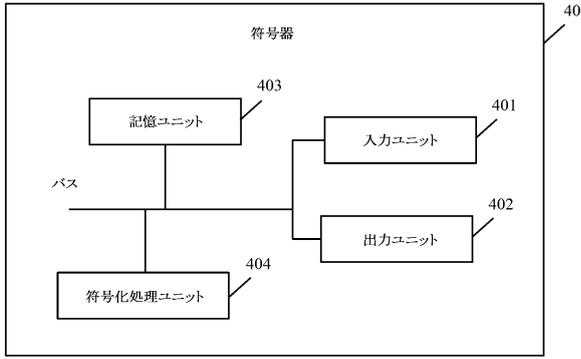
20

30

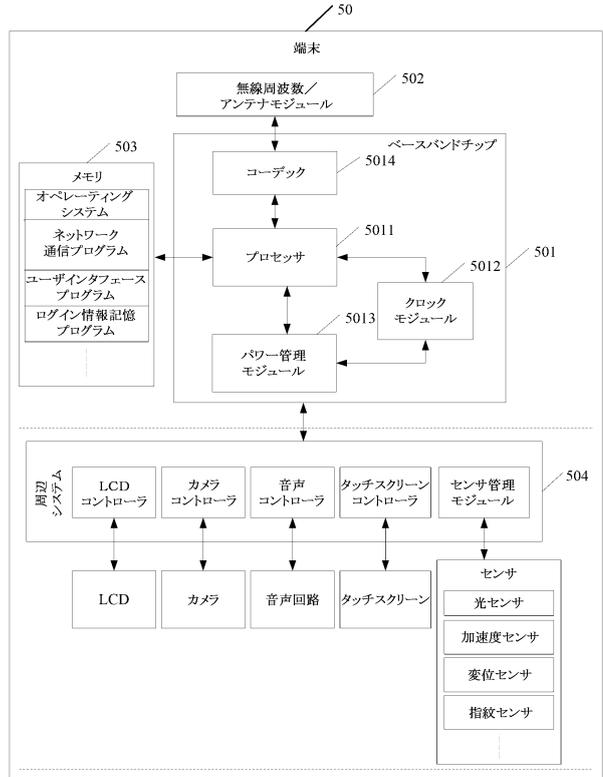
40

50

【図9】



【図10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

・ビルディング ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド内

審査官 谷岡 佳彦

(56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 6 5 8 4 2 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 0 1 9 8 2 0 (U S , A 1)

特許第 6 7 8 1 2 7 0 (J P , B 2)

M. Loncar et al. , Estimating the list size for BEAST-APP decoding , International Symposium on Information Theory, 2005. (ISIT 2005) , IEEE , 2005年09月09日 , <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1523515> , DOI: 10.1109/ISIT.2005.1523515

村田 拓海 他 , Polar符号のリスト復号に適したCRCの設計に関する検討 , 電子情報通信学会 電子情報通信学会技術研究報告 , V o l . 1 1 5 N o . 3 9 6 , 2016年01月 , p.179 ~ 182

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 3 M 1 3 / 1 3