

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5119413号
(P5119413)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl. F I
 HO4W 28/04 (2009.01) HO4Q 7/00 262
 HO4W 84/12 (2009.01) HO4Q 7/00 630

請求項の数 5 (全 31 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-290869 (P2008-290869) (22) 出願日 平成20年11月13日(2008.11.13) (65) 公開番号 特開2010-118910 (P2010-118910A) (43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27) 審査請求日 平成23年10月18日(2011.10.18)</p> <p>(出願人による申告)平成20年度、支出負担行為担当 官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「異種無 線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発」 に関する委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を 受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 (74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫 (72) 発明者 湯 素華 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 植田 哲郎 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 三浦 龍 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 無線ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の無線装置と、

第2の無線装置と、

第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを前記第1のメッセージに付加して第1のパケットを生成し、その生成した第1のパケットを前記第1および第2の無線装置へ送信する第3の無線装置と、

第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを前記第2のメッセージに付加して第2のパケットを生成し、その生成した第2のパケットを前記第1および第2の無線装置へ送信する第4の無線装置とを備え、

前記第2の無線装置は、前記第1および第2のパケットを受信し、その受信した第1および第2のパケットに基づいて前記第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、前記第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットを前記第3のメッセージに付加して第3のパケットを生成し、その生成した第3のパケットを前記第1の無線装置へ送信し、

前記第1の無線装置は、前記第1から第3のパケットを受信し、その受信した第1から

第3の packets に基づいて前記第1から第3のメッセージに対して復号処理を実行し、前記第1から第3のメッセージのうち、1個のメッセージのみが正しく復号できたとき、その正しく復号できた1個のメッセージを用いて、正しく復号できなかった2つのメッセージの一方のメッセージを示す対数尤度比を演算し、その演算した対数尤度比に対して、パリティチェックビットを元の情報に戻すチャネル復号処理を施して前記一方のメッセージを正しく復号し、前記1個のメッセージと前記一方のメッセージとの排他的論理和を演算して前記2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号し、前記第1から第3のメッセージの全てが正しく復号できないとき、前記第1から第3の packets の受信信号である第1から第3の受信信号に基づいて第1から第3の対数尤度比を演算し、その演算した第1の対数尤度比と第3の対数尤度比とに基づいて前記第2のメッセージを示す第4の対数尤度比を演算し、前記第2の対数尤度比と前記第3の対数尤度比とに基づいて前記第1のメッセージを示す第5の対数尤度比を演算し、前記第1の対数尤度比と前記第5の対数尤度比とを入力として前記チャネル復号処理を行なって前記第1の対数尤度比を演算し、前記第2の対数尤度比と前記第4の対数尤度比とを入力として前記チャネル復号処理を行なって前記第2の対数尤度比を演算する処理を所定回数繰り返し実行して前記第1および第2のメッセージを正しく復号する、無線ネットワーク。

10

【請求項2】

第1の無線装置と、

第2の無線装置と、

第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを前記第1のメッセージに付加して第1の packets を生成し、その生成した第1の packets を前記第1および第2の無線装置へ送信する第3の無線装置と、

20

第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを前記第2のメッセージに付加して第2の packets を生成し、その生成した第2の packets を前記第1および第2の無線装置へ送信する第4の無線装置とを備え、

前記第2の無線装置は、前記第1および第2の packets を受信し、その受信した第1および第2の packets に基づいて前記第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、前記第3のメッセージに対してインターリーブを施し、そのインターリーブを施した第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットからなる第3の packets を生成し、その生成した第3の packets を前記第1の無線装置へ送信し、

30

前記第1の無線装置は、前記第1から第3の packets を受信し、前記第1および第2の packets の受信信号である第1および第2の受信信号から前記第3のメッセージを示す第1の対数尤度比を演算し、前記第3の packets を直接受信したときの受信信号から第3のパリティチェックビットを示す第2の対数尤度比を演算し、前記演算した第1および第2の対数尤度比に基づいて前記第3のメッセージを復号し、その正しく復号できた第3のメッセージを用いて、前記第1および第2のメッセージの一方のメッセージを示す第3の対数尤度比を演算し、その演算した第3の対数尤度比に対してパリティチェックビットを元の情報に戻すチャネル復号処理を施して前記一方のメッセージを正しく復号し、前記第3のメッセージと前記一方のメッセージとの排他的論理和を演算して前記2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号する、無線ネットワーク。

40

【請求項3】

第1の無線装置と、

第2の無線装置と、

第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを前記第1のメッセージに付加して第1の packets を生成し、その生成した第1の packets を前記第1および第2の

50

無線装置へ送信する第3の無線装置と、

第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを前記第2のメッセージに付加して第2のパケットを生成し、その生成した第2のパケットを前記第1および第2の無線装置へ送信する第4の無線装置とを備え、

前記第2の無線装置は、前記第1および第2のパケットを受信し、その受信した第1および第2のパケットに基づいて前記第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、前記第3のメッセージに対してインターリーブを施し、そのインターリーブを施した第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットを前記インターリーブした第3のメッセージに付加して第3のパケットを生成し、その生成した第3のパケットを前記第1の無線装置へ送信し、

10

前記第1の無線装置は、前記第1から第3のパケットを受信し、前記第1および第2のパケットの受信信号である第1および第2の受信信号から前記第3のメッセージを示す第1の対数尤度比を演算し、前記第3のパケットを直接受信したときの受信信号から前記第3のメッセージを示す第2の対数尤度比を演算し、その演算した第2の対数尤度比をデインターリーブして第3の対数尤度比を演算し、前記演算した第1および第3の対数尤度比の和を演算して第4の対数尤度比を求め、その求めた第4の対数尤度比と前記第3のパリティチェックビットを示す第5の対数尤度比とに基づいて前記第3のメッセージを復号し、その正しく復号できた第3のメッセージを用いて、前記第1および第2のメッセージの一方のメッセージを示す第6の対数尤度比を演算し、その演算した第6の対数尤度比に対してパリティチェックビットを元の情報に戻すチャネル復号処理を施して前記一方のメッセージを正しく復号し、前記第3のメッセージと前記一方のメッセージとの排他的論理和を演算して前記2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号する、無線ネットワーク。

20

【請求項4】

前記第1の無線装置は、アクセスポイントである、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の無線ネットワーク。

【請求項5】

前記第3および第4の無線装置の各々は、アクセスポイントである、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の無線ネットワーク。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線ネットワークに関し、特に、アクセスポイントと、アクセスポイントにアクセスする無線装置とからなる無線ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線LAN(Local Area Network)は、学校やイベント会場などのホットスポットで広く使用されている。しかし、移動端末の移動や電波伝搬状態の瞬時的な変動により、移動端末-アクセスポイント間の直接リンクの切断が発生し得る。また、同様の理由により、移動端末-アクセスポイント間の無線リンクの品質が劣化した場合、再送が急激に増え、パケットロスも多くなる。このような直接リンクの切断、再送の増加およびパケットロスの増加は、ネットワーク全体のスループットに深刻な悪影響を及ぼす。

40

【0003】

このような問題を解決するために、従来、RTS(Request To Send)およびCTS(Clear To Send)によって移動端末とアクセスポイントとの間のリンク品質を測定し、その測定したリンク品質を用いて送信レートを演算し、その演

50

算した送信レートを用いて端末がアクセスポイントへ直接アクセスする場合の総合送信時間と、端末が中継器を介してアクセスポイントへアクセスする場合の総合送信時間とを比較し、事前に選択した中継器を使用するか否かを決定する手法が提案されている（非特許文献1）。

【0004】

また、ネットワークコーディングを用いて無線通信を中継する手法が提案されている（非特許文献2）。

【非特許文献1】Hao Zhu, Guohong Cao, rDCF: a relay-enabled medium access control protocol for wireless ad hoc networks, INFOCOM '05, Vol. 1, pp. 12-22, 2005.

【非特許文献2】Y.-D. Chen, S. Kishore, and J. Li, Wireless diversity through network coding, WCNC, Vol. 3, pp. 1681-1686, 2006. 10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、非特許文献1に開示された手法は、単一のフローのみを対象としているので、効率が悪い。また、非特許文献2に開示された手法では、受信端末は、受信した3個のパケットのうち、2個以上のパケットにエラーが発生すれば、受信したパケットを復号することができない。その結果、通信の信頼性が低下するという問題がある。

【0006】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、通信の信頼性を向上可能な無線ネットワークを提供することである。 20

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明によれば、無線ネットワークは、第1の無線装置と、第2の無線装置と、第3の無線装置と、第4の無線装置とを備える。第3の無線装置は、第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを第1のメッセージに付加して第1のパケットを生成し、その生成した第1のパケットを第1および第2の無線装置へ送信する。第4の無線装置は、第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを第2のメッセージに付加して第2のパケットを生成し、その生成した第2のパケットを前記第1および第2の無線装置へ送信する。そして、第2の無線装置は、第1および第2のパケットを受信し、その受信した第1および第2のパケットに基づいて第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットを第3のメッセージに付加して第3のパケットを生成し、その生成した第3のパケットを第1の無線装置へ送信する。また、第1の無線装置は、第1から第3のパケットを受信し、その受信した第1から第3のパケットに基づいて第1から第3のメッセージに対して復号処理を実行し、第1から第3のメッセージのうち、1個のメッセージのみが正しく復号できたとき、その正しく復号できた1個のメッセージを用いて、正しく復号できなかった2つのメッセージの一方のメッセージを示す対数尤度比を演算し、その演算した対数尤度比に対して、パリティチェックビットを元の情報に戻すチャネル復号処理を施して一方のメッセージを正しく復号し、1個のメッセージと一方のメッセージとの排他的論理和を演算して2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号し、第1から第3のメッセージの全てが正しく復号できないとき、第1から第3のパケットの受信信号である第1から第3の受信信号に基づいて第1から第3の対数尤度比を演算し、その演算した第1の対数尤度比と第3の対数尤度比とに基づいて第2のメッセージを示す第4の対数尤度比を演算し、第2の対数尤度比と第3の対数尤度比とに基づいて第1のメッセージを示す第5の対数尤度比を演算し、第1の対数尤度比と第5の対数尤度比とを入力としてチャネル復号処理を行なって第1の 40 50

対数尤度比を演算し、第2の対数尤度比と第4の対数尤度比とを入力としてチャネル復号処理を行なって第2の対数尤度比を演算する処理を所定回数繰り返して実行して第1および第2のメッセージを正しく復号する。

【0008】

また、この発明によれば、無線ネットワークは、第1の無線装置と、第2の無線装置と、第3の無線装置と、第4の無線装置とを備える。第3の無線装置は、第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを第1のメッセージに付加して第1のパケットを生成し、その生成した第1のパケットを第1および第2の無線装置へ送信する。第4の無線装置は、第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを第2のメッセージに付加して第2のパケットを生成し、その生成した第2のパケットを第1および第2の無線装置へ送信する。そして、第2の無線装置は、第1および第2のパケットを受信し、その受信した第1および第2のパケットに基づいて第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、第3のメッセージに対してインターリーブを施し、そのインターリーブを施した第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットからなる第3のパケットを生成し、その生成した第3のパケットを第1の無線装置へ送信する。また、第1の無線装置は、第1から第3のパケットを受信し、第1および第2のパケットの受信信号である第1および第2の受信信号から第3のメッセージを示す第1の対数尤度比を演算し、第3のパケットを直接受信したときの受信信号から第3のパリティチェックビットを示す第2の対数尤度比を演算し、演算した第1および第2の対数尤度比に基づいて第3のメッセージを復号し、その正しく復号できた第3のメッセージを用いて、第1および第2のメッセージの一方のメッセージを示す第3の対数尤度比を演算し、その演算した第3の対数尤度比に対してパリティチェックビットを元の情報に戻すチャネル復号処理を施して一方のメッセージを正しく復号し、第3のメッセージと一方のメッセージとの排他的論理和を演算して2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号する。

【0009】

更に、この発明によれば、無線ネットワークは、第1の無線装置と、第2の無線装置と、第3の無線装置と、第4の無線装置とを備える。第3の無線装置は、第1のメッセージのパリティチェックビットである第1のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第1のパリティチェックビットを第1のメッセージに付加して第1のパケットを生成し、その生成した第1のパケットを第1および第2の無線装置へ送信する。第4の無線装置は、第2のメッセージのパリティチェックビットである第2のパリティチェックビットを演算するとともに、その演算した第2のパリティチェックビットを第2のメッセージに付加して第2のパケットを生成し、その生成した第2のパケットを第1および第2の無線装置へ送信する。そして、第2の無線装置は、第1および第2のパケットを受信し、その受信した第1および第2のパケットに基づいて第1および第2のメッセージを復号し、その復号した第1および第2のメッセージの排他的論理和を演算して第3のメッセージを生成するとともに、第3のメッセージに対してインターリーブを施し、そのインターリーブを施した第3のメッセージのパリティチェックビットである第3のパリティチェックビットを演算し、その演算した第3のパリティチェックビットを第3のメッセージに付加して第3のパケットを生成し、その生成した第3のパケットを第1の無線装置へ送信する。また、第1の無線装置は、第1から第3のパケットを受信し、第1および第2のパケットの受信信号である第1および第2の受信信号から第3のメッセージを示す第1の対数尤度比を演算し、第3のパケットを直接受信したときの受信信号から第3のメッセージを示す第2の対数尤度比を演算し、演算した第1および第2の対数尤度比の和を演算して第3の対数尤度比を求め、その求めた第3の対数尤度比と第3のパリティチェックビットを示す第4の対数尤度比とに基づいて第3のメッセージを復号し、その正しく復号できた第

10

20

30

40

50

3のメッセージを用いて、第1および第2のメッセージの一方のメッセージを示す第5の対数尤度比を演算し、その演算した第5の対数尤度比に対してパリティチェックビットを元の情報に戻すチャンネル復号処理を施して一方のメッセージを正しく復号し、第3のメッセージと一方のメッセージとの排他的論理和を演算して2つのメッセージの他方のメッセージを正しく復号する。

【0010】

好ましくは、第1の無線装置は、アクセスポイントである。

【0011】

好ましくは、第3および第4の無線装置の各々は、アクセスポイントである。

【発明の効果】

10

【0012】

この発明によれば、第1の無線装置は、第2から第4の無線装置からそれぞれ受信した第1から第3のパケットの受信信号に基づいて、第1から第3のメッセージのうちの1つのメッセージしか復号できないとき、または第1から第3のメッセージの全てが復号できないときでも、第1および第2のメッセージを正しく復号する。

【0013】

従って、通信の信頼性を向上できる。

【0014】

また、この発明によれば、第2の無線装置は、本来の情報に代えてパリティチェックビットのみを第1の無線装置へ送信する。そして、第1の無線装置は、第2から第4の無線装置からそれぞれ受信した第1から第3のパケットの受信信号に基づいて、第1から第3のメッセージのうちの1つのメッセージしか復号できないとき、または第1から第3のメッセージの全てが復号できないときでも、第1および第2のメッセージを正しく復号する。

20

【0015】

従って、通信の信頼性を向上できるとともに、通信を効率化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

30

【0017】

図1は、この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。この発明の実施の形態による無線ネットワーク10は、アクセスポイントAP1と、無線装置A、B、Rとを備える。

【0018】

アクセスポイントAP1および無線装置A、B、Rは、無線通信空間に配置される。そして、アクセスポイントAP1は、有線ケーブルによってインターネット（図示せず）に接続されている。また、無線装置A、B、Rは、アクセスポイントAP1の通信範囲内に配置される。

【0019】

40

無線装置A、Bの各々は、アクセスポイントAP1へ送信するパケットを生成し、その生成したパケットを後述する方法によってチャンネルコーディングし、そのチャンネルコーディングしたコーディングパケットを送信する。

【0020】

無線装置Rは、無線装置A、Bからパケットを受信し、その受信した2個のパケットをネットワークコーディングし、そのネットワークコーディングしたコーディングパケットをアクセスポイントAP1へ送信する。

【0021】

アクセスポイントAP1は、無線装置A、B、Rからコーディングパケットを受信し、その受信した3個のコーディングパケットに基づいて、後述する方法によって、無線装置

50

A, B から送信されたパケットを復号する。

【0022】

[実施の形態1]

図2は、図1に示す無線装置Aの実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。

【0023】

無線装置Aは、アンテナ1と、チャンネルコーディング手段2, 3と、チャンネル復号手段4と、誤り検査回路5と、付加回路6と、メッセージ受手段7と、メッセージ生成手段8とを含む。

【0024】

アンテナ1は、アクセスポイントAP1および他の無線装置B, Rからパケットを受信し、その受信したパケットの受信信号をチャンネル復号手段4へ出力する。

【0025】

また、アンテナ1は、チャンネルコーディング手段2からパケットを受け、その受けたパケットをアクセスポイントAP1および他の無線装置B, Rへ送信する。

【0026】

チャンネルコーディング手段2は、物理層に属する。そして、チャンネルコーディング手段2は、付加回路6からパケットを受け、その受けたパケットに対して、後述する方法によって、チャンネルコーディングを施す。そうすると、チャンネルコーディング手段2は、そのチャンネルコーディングを施したコーディングパケットをアンテナ1を介して送信する。

【0027】

チャンネルコーディング手段3は、物理層に属する。そして、チャンネルコーディング手段3は、チャンネル復号手段4から受信信号を受け、その受けた受信信号に対して、後述する方法によって、チャンネルコーディングを施す。そうすると、チャンネルコーディング手段3は、そのチャンネルコーディングを施した受信信号をチャンネル復号手段4へ出力する。

【0028】

チャンネル復号手段4は、リンク/MAC(Media Access Control)層と、物理層との両方に属する。そして、チャンネル復号手段4は、アンテナ1から受信信号を受け、チャンネルコーディング手段3からチャンネルコーディングを施した受信信号を受ける。そして、チャンネル復号手段4は、受信信号およびチャンネルコーディングを施した受信信号に基づいて、後述する方法によって、パケットを復号し、その復号したパケットの誤り訂正を行なう。そうすると、チャンネル復号手段4は、その誤りを訂正したパケットを誤り検査回路5へ出力する。

【0029】

誤り検査回路5は、リンク/MAC層に属し、チャンネル復号手段4からパケットを受け、その受けたパケットに対して誤り検査を行ない、誤り検査後のメッセージをメッセージ受手段7へ出力する。

【0030】

付加回路6は、リンク/MAC層に属する。そして、付加回路6は、メッセージ生成手段8からパケットを受け、その受けたメッセージに対して誤り検査符号を付加し、その誤り検査符号を付加したメッセージをチャンネルコーディング手段2へ出力する。

【0031】

メッセージ受手段7は、誤り検査回路5からメッセージを受け、その受けたメッセージの宛先が無線装置Aであるとき、メッセージを受信し、その受けたメッセージの宛先が無線装置A以外であるとき、その受けたメッセージをメッセージ生成手段8へ出力する。

【0032】

メッセージ生成手段8は、アクセスポイントAP1宛でのメッセージトを生成し、その生成したメッセージを付加回路6へ出力する。また、メッセージ生成手段8は、メッセージ受手段7からメッセージを受けると、その受けたメッセージをネットワークコーディングし、そのネットワークコーディングしたメッセージを付加回路6へ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

なお、図 2 に示す無線装置 B , R およびアクセスポイント A P 1 の各々も、図 2 に示す無線装置 A と同じ構成からなる。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、図 2 に示すチャンネルコーディング手段 2 の構成を示す回路ブロック図である。チャンネルコーディング手段 2 は、演算器 2 1 , 2 4 と、遅延器 2 2 , 2 3 と、連結回路 2 5 と、変調回路 2 6 とを含む。

【 0 0 3 5 】

演算器 2 1 は、付加回路 6 からメッセージ X_{iU} ($i = A, B, R$) を受け、遅延器 2 2 から遅延メッセージ X_{iU-D} を受け、遅延器 2 3 から遅延メッセージ X_{iU-2D} を受ける。そして、演算器 2 1 は、メッセージ X_{iU} および遅延メッセージ X_{iU-D} , X_{iU-2D} の排他的論理和を演算し、その演算結果を遅延器 2 2 へ出力する。

10

【 0 0 3 6 】

この場合、演算器 2 1 は、メッセージ X_{iU} と遅延メッセージ X_{iU-D} との排他的論理和を演算し、その演算結果と遅延メッセージ X_{iU-2D} との排他的論理和を演算することによりメッセージ X_{iU} および遅延メッセージ X_{iU-D} , X_{iU-2D} の排他的論理和を演算する。

【 0 0 3 7 】

遅延器 2 2 は、演算器 2 1 の出力を遅延時間 D だけ遅延し、その遅延後の出力を演算器 2 1 , 2 4 および遅延器 2 3 へ出力する。

20

【 0 0 3 8 】

遅延器 2 3 は、遅延器 2 2 の出力を遅延時間 D だけ遅延し、その遅延後の出力を演算器 2 1 , 2 4 へ出力する。

【 0 0 3 9 】

演算器 2 4 は、演算器 2 1 の出力と、遅延器 2 3 の出力との排他的論理和を演算し、その演算結果を連結回路 2 5 へ出力する。この演算器 2 4 の出力は、入力であるメッセージ X_{iU} のパリティチェックビット $X_{iC} = (X_{iU})$ である。

【 0 0 4 0 】

連結回路 2 5 は、付加回路 6 からメッセージ X_{iU} を受け、演算器 2 4 からパリティチェックビット $X_{iC} = (X_{iU})$ を受ける。そして、連結回路 2 5 は、メッセージ X_{iU} とパリティチェックビット $X_{iC} = (X_{iU})$ とを連結してビットシーケンス $x(t)$ を生成し、その生成したビットシーケンス $x(t)$ を変調回路 2 6 へ出力する。

30

【 0 0 4 1 】

変調回路 2 6 は、ビットシーケンス $x(t)$ を変調し、その変調後のビットシーケンス $x(t)$ をアンテナ 1 を介して送信する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、チャンネル復号処理の方法を説明するための図である。チャンネルコーディング手段 2 は、上述した図 3 に示す演算器 2 1 , 2 4 および遅延器 2 2 , 2 3 を用いて入力信号をチャンネルコーディングする。

【 0 0 4 3 】

この場合、入力信号を u_t とし、出力信号を x_t とする。表 1 は、状態遷移を表し、表 2 は、コーディング出力を表す。

40

【 0 0 4 4 】

【表 1】

現在の S_1S_0	$u_t=0$	$u_t=1$
	new S_1S_0	new S_1S_0
00	00	10
01	10	00
10	11	01
11	01	11

10

【 0 0 4 5 】

【表 2】

現在の S_1S_0	$u_t=0$	$u_t=1$
	x_t	x_t
00	00	11
01	00	11
10	01	10
11	01	10

20

【 0 0 4 6 】

表 1 において、現在の状態 S_1S_0 が “ 0 0 ” である場合、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 0 0 ”$ へ遷移し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 1 0 ”$ へ遷移する。

【 0 0 4 7 】

また、現在の状態 S_1S_0 が “ 0 1 ” である場合、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 1 0 ”$ へ遷移し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 0 0 ”$ へ遷移する。

30

【 0 0 4 8 】

更に、現在の状態 S_1S_0 が “ 1 0 ” である場合、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 1 1 ”$ へ遷移し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 0 1 ”$ へ遷移する。

【 0 0 4 9 】

更に、現在の状態 S_1S_0 が “ 1 1 ” である場合、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 0 1 ”$ へ遷移し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、新しい状態 $S_1S_0 = “ 1 1 ”$ へ遷移する。

40

【 0 0 5 0 】

そして、表 2 において、現在の状態 S_1S_0 が “ 0 0 ” である場合、演算器 2 4 は、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 0 0 ”$ を出力し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 1 1 ”$ を出力する。

【 0 0 5 1 】

また、現在の状態 S_1S_0 が “ 0 1 ” である場合、演算器 2 4 は、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 0 0 ”$ を出力し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 1 1 ”$ を出力する。

【 0 0 5 2 】

50

更に、現在の状態 $S_1 S_0$ が “ 1 0 ” である場合、演算器 2 4 は、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 0 1 ”$ を出力し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 1 0 ”$ を出力する。

【 0 0 5 3 】

更に、現在の状態 $S_1 S_0$ が “ 1 1 ” である場合、演算器 2 4 は、入力信号 u_t が “ 0 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 0 1 ”$ を出力し、入力信号 u_t が “ 1 ” であれば、コーディング出力 $x_t = “ 1 0 ”$ を出力する。

【 0 0 5 4 】

入力信号のビットストリームが “ 1 0 0 1 0 ” からなる場合のコーディング出力 x_t を表 1、表 2 および図 4 を用いて説明する。

【 0 0 5 5 】

演算器 2 1 がビットストリームの 1 番目の入力信号 $u_t = “ 1 ”$ を受けると、状態は、現在の状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ から新しい状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ へ遷移し（表 1 参照）、演算器 2 4 は、コーディング出力 $x_t = “ 1 1 ”$ を出力する（表 2 および図 4 の矢印 A R W 1 参照）。

【 0 0 5 6 】

その後、演算器 2 1 がビットストリームの 2 番目の入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を受けると、状態は、現在の状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ から新しい状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ へ遷移し（表 1 参照）、演算器 2 4 は、コーディング出力 $x_t = “ 0 1 ”$ を出力する（表 2 および図 4 の矢印 A R W 2 参照）。

【 0 0 5 7 】

引き続き、演算器 2 1 がビットストリームの 3 番目の入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を受けると、状態は、現在の状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ から新しい状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ へ遷移し（表 1 参照）、演算器 2 4 は、コーディング出力 $x_t = “ 0 1 ”$ を出力する（表 2 および図 4 の矢印 A R W 3 参照）。

【 0 0 5 8 】

そして、演算器 2 1 がビットストリームの 4 番目の入力信号 $u_t = “ 1 ”$ を受けると、状態は、現在の状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ から新しい状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ へ遷移し（表 1 参照）、演算器 2 4 は、コーディング出力 $x_t = “ 1 1 ”$ を出力する（表 2 および図 4 の矢印 A R W 4 参照）。

【 0 0 5 9 】

その後、演算器 2 1 がビットストリームの 5 番目の入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を受けると、状態は、現在の状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ から新しい状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ へ遷移し（表 1 参照）、演算器 2 4 は、コーディング出力 $x_t = “ 0 0 ”$ を出力する（表 2 および図 4 の矢印 A R W 5 参照）。

【 0 0 6 0 】

その結果、チャンネルコーディング手段 2 は、演算器 2 1 , 2 4 および遅延器 2 2 , 2 3 によって、ビットストリーム = “ 1 0 0 1 0 ” をチャンネルコーディングし、1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 からなるコーディング出力を出力する。

【 0 0 6 1 】

従って、チャンネル復号手段 4 は、チャンネルコーディング手段 2 がチャンネルコーディングしたコーディング出力を元のビットストリームに戻すチャンネル復号を行なう場合、チャンネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” に基づいて、図 4 に示す矢印 A R W 1 ~ A R W 5 によって表される経路を特定し、その特定した経路に従って、チャンネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” をビットストリーム = “ 1 0 0 1 0 ” に戻し、チャンネル復号を行なう。

【 0 0 6 2 】

より具体的には、チャンネル復号手段 4 は、チャンネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” の最初のコーディング出力 = “ 1 1 ” に応じて、状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ への遷移（矢印 A R W 1 参照）を特定し、状態 $S_1 S_0$

10

20

30

40

50

= “ 0 0 ” から状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ への遷移を示す入力信号 $u_t = “ 1 ”$ を検出する。

【 0 0 6 3 】

その後、チャネル復号手段 4 は、チャネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” の 2 番目のコーディング出力 = “ 0 1 ” に応じて、状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ への遷移（矢印 A R W 2 参照）を特定し、状態 $S_1 S_0 = “ 1 0 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ への遷移を示す入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を検出する。

【 0 0 6 4 】

引き続き、チャネル復号手段 4 は、チャネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” の 3 番目のコーディング出力 = “ 0 1 ” に応じて、状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ への遷移（矢印 A R W 3 参照）を特定し、状態 $S_1 S_0 = “ 1 1 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ への遷移を示す入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を検出する。

10

【 0 0 6 5 】

更に、引き続き、チャネル復号手段 4 は、チャネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” の 4 番目のコーディング出力 = “ 1 1 ” に応じて、状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ への遷移（矢印 A R W 4 参照）を特定し、状態 $S_1 S_0 = “ 0 1 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ への遷移を示す入力信号 $u_t = “ 1 ”$ を検出する。

【 0 0 6 6 】

更に、引き続き、チャネル復号手段 4 は、チャネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” の 5 番目のコーディング出力 = “ 0 0 ” に応じて、状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ への遷移（矢印 A R W 5 参照）を特定し、状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ から状態 $S_1 S_0 = “ 0 0 ”$ への遷移を示す入力信号 $u_t = “ 0 ”$ を検出する。

20

【 0 0 6 7 】

これによって、チャネル復号手段 4 は、チャネルコーディング出力 = “ 1 1 - 0 1 - 0 1 - 1 1 - 0 0 ” をビットストリーム = “ 1 0 0 1 0 ” にチャネル復号する。

【 0 0 6 8 】

従って、チャネル復号手段 4 は、図 4 に示す格子構造を予め保持しており、その格子構造を参照して、チャネルコーディング出力をビットストリームにチャネル復号する。

30

【 0 0 6 9 】

無線装置 A, B がアクセスポイント A P 1 へそれぞれメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$ を送信する方法について説明する。

【 0 0 7 0 】

無線装置 A のメッセージ生成手段 8 は、アクセスポイント A P 1 宛てのメッセージ $X_{A U}$ を生成し、その生成したメッセージ $X_{A U}$ を付加回路 6 へ出力する。そして、無線装置 A の付加回路 6 は、メッセージ生成手段 8 からメッセージ $X_{A U}$ を受け、その受けたメッセージ $X_{A U}$ の後ろに I E E E 8 0 2 . 1 1 の誤り検査符号 C R C - 3 2 を付加し、その誤り検査符号を付加したメッセージ $X_{A U}$ をチャネルコーディング手段 2 へ出力する。

【 0 0 7 1 】

40

その後、無線装置 A のチャネルコーディング手段 2 は、付加回路 6 からメッセージ $X_{A U}$ を受け、その受けたメッセージ $X_{A U}$ に基づいて、次式によってビットシーケンス X_A を生成する。

【 0 0 7 2 】

【 数 1 】

$$X_i = [X_{iu}, X_{ic}], \quad X_{ic} = \Gamma(X_{iu}), \quad i = A, B, R \quad \dots (1)$$

【 0 0 7 3 】

50

即ち、無線装置Aのチャンネルコーディング手段2は、メッセージ X_{AU} を上述した方法によってチャンネルコーディングしてパリティチェックビット $X_{AC} = (X_{AU})$ を生成し、メッセージ X_{AU} とパリティチェックビット $X_{AC} = (X_{AU})$ とを連結してビットシーケンス X_A を生成する。

【0074】

そして、無線装置Aのチャンネルコーディング手段2は、ビットシーケンス X_A を次式の $x_i(t)$ に代入して信号 $\varphi_A(t)$ を演算することにより、ビットシーケンス X_A を変調する。

【0075】

【数2】

10

$$\varphi_i(t) = 2 \cdot x_i(t) - 1, \quad i = A, B, R \quad \dots (2)$$

【0076】

そして、無線装置Aのチャンネルコーディング手段2は、ビットシーケンス X_A を変調した信号 $\varphi_A(t)$ を送信する。

【0077】

無線装置Bは、無線装置Aと同様にして、ビットシーケンス X_B を変調した信号 $\varphi_B(t)$ を送信する。

20

【0078】

なお、無線装置A、Bは、CSMA(Carrier Sense Multiple Access)方式またはTDMA(Time Division Multiple Access)方式によってそれぞれ信号 $\varphi_A(t)$ 、信号 $\varphi_B(t)$ を送信する。

【0079】

無線装置Rのチャンネル復号手段4は、信号 $\varphi_A(t)$ 、 $\varphi_B(t)$ を受信し、その受信した信号 $\varphi_A(t)$ 、 $\varphi_B(t)$ を復調し、その復調した信号 $\varphi_A(t)$ 、 $\varphi_B(t)$ を上述した方法によってチャンネル復号してメッセージ X'_{AU} 、 X'_{BU} を算出する。

【0080】

そして、無線装置Rのチャンネル復号手段4は、メッセージ X'_{AU} 、 X'_{BU} の誤りを訂正し、その誤り訂正後のメッセージ X'_{AU} 、 X'_{BU} を誤り検査回路5へ出力する。

30

【0081】

そうすると、無線装置Rの誤り検査回路5は、メッセージ X'_{AU} 、 X'_{BU} の後ろに付加された誤り検査符号CRC-32を用いてメッセージ X'_{AU} 、 X'_{BU} の誤り検査を実行する。そして、無線装置Rの誤り検査回路5は、誤り検査のメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} をメッセージ受手段7へ出力する。

【0082】

無線装置Rのメッセージ受手段7は、誤り検査回路5からメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を受け、その受けたメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} の宛先がアクセスポイントAP1であることを検知し、メッセージ X_{AU} 、 X_{BU} をメッセージ生成手段8へ出力する。

40

【0083】

そして、無線装置Rのメッセージ生成手段8は、メッセージ X_{AU} 、 X_{BU} をメッセージ受手段7から受け、その受けたメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} の排他的論理和を演算してメッセージ X_{RU} を生成し、その生成したメッセージ X_{RU} を付加回路6へ出力する。

【0084】

その後、無線装置Rの付加回路6は、メッセージ X_{RU} の後ろに誤り検査符号CRC-32を付加し、その誤り検査符号CRC-32を付加したメッセージ X_{RU} をチャンネルコーディング手段2へ出力する。

【0085】

そうすると、無線装置Rのチャンネルコーディング手段2は、メッセージ X_{RU} を式(1

50

)に代入してビットシーケンス X_R を演算し、その演算したビットシーケンス X_R を式(2)の $x_i(t)$ に代入して信号 $R(t)$ を演算する。そして、無線装置Rのチャンネルコーディング手段2は、信号 $R(t)$ をアンテナ1を介して送信する。

【0086】

アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、無線装置Aから信号 $A(t)$ を受信し、無線装置Bから信号 $B(t)$ を受信し、無線装置Rから信号 $R(t)$ を受信する。

【0087】

無線装置AとアクセスポイントAP1との間の無線リンク L_{A-AP1} におけるチャンネルゲイン、無線装置BとアクセスポイントAP1との間の無線リンク L_{B-AP1} におけるチャンネルゲインおよび無線装置RとアクセスポイントAP1との間の無線リンク L_{R-AP1} におけるチャンネルゲインをそれぞれ h_A, h_B, h_R とする。また、無線リンク $L_{A-AP1}, L_{B-AP1}, L_{R-AP1}$ 上の雑音信号をそれぞれ n_A, n_B, n_R とし、 n_A, n_B, n_R の電力が全て σ^2 に等しいとする。

【0088】

そして、信号 $A(t)$ 、信号 $B(t)$ 、信号 $R(t)$ の受信信号をそれぞれ s_A, s_B, s_R とすると、受信信号 s_A, s_B, s_R は、次式によって表せる。

【0089】

【数3】

$$s_i(t) = h_i \cdot \varphi_i(t) + n_i(t), \quad i = A, B, R \quad \dots (3)$$

【0090】

その後、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、受信信号 s_A, s_B, s_R から信号 $A(t), B(t), R(t)$ を求める。この場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、例えば、 $s_A > 0$ であれば、 $A(t) = 1$ とし、 $s_A < 0$ であれば、 $A(t) = -1$ として信号 $A(t)$ を求める。アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、同様にして信号 $A(t), B(t), R(t)$ を求める。そして、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、その求めた信号 $A(t), B(t), R(t)$ を上述した方法によってチャンネル復号し、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} を取得する。

【0091】

(i)メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、1つのみが正しく復号できた場合
アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、受信信号 s_A, s_B, s_R を次式に代入して対数尤度比 L_A, L_B, L_R を演算する。

【0092】

【数4】

$$L_i(t) = \ln \frac{P(x_i(t)=1|s_i(t))}{P(x_i(t)=-1|s_i(t))} = \frac{2 \cdot h_i \cdot s_i(t)}{\sigma^2} \quad \dots (4)$$

【0093】

そして、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、正しく復号できた1個のメッセージをメッセージ X_{RU} とし、そのメッセージ X_{RU} をチャンネルコーディング手段3へ出力する。アクセスポイントAP1のチャンネルコーディング手段3は、メッセージ X_{RU} をチャンネル復号手段4から受け、その受けたメッセージ X_{RU} を式(1)に代入してビットシーケンス X_R を求める。そして、アクセスポイントAP1のチャンネルコーディング手段3は、ビットシーケンス X_R をチャンネル復号手段4へ出力する。

【0094】

10

20

30

40

50

その後、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、ビットシーケンス X_R をチャンネルコーディング手段 3 から受け、対数尤度比 L_A , L_B をそれぞれ次式の $L_A(t)$, $L_B(t)$ に代入し、ビットシーケンス X_R を次式の $x_R(t)$ に代入してメッセージ X_{AU} を示す対数尤度比 $L''_A(t)$ を求める。

【 0 0 9 5 】

【 数 5 】

$$L''_A(t) = (-1)^{x_R(t)} L_B(t) + L_A(t) \quad \dots (5)$$

10

【 0 0 9 6 】

式 (5) の右辺の第 1 項は、メッセージ X_{AU} の対数尤度比を示すので、式 (5) は、メッセージ X_{AU} の対数尤度比を表す。

【 0 0 9 7 】

従って、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、式 (5) を用いて、正しく復号できなかったメッセージ X_{AU} , X_{BU} の一方のメッセージ X_{AU} を示す対数尤度比 $L''_A(t)$ を求める。

【 0 0 9 8 】

アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、対数尤度比 $L''_A(t)$ を求めると、その求めた対数尤度比 $L''_A(t)$ を上述した方法によってチャンネル復号してメッセージ X_{AU} を取得する。

20

【 0 0 9 9 】

そして、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、メッセージ X_{AU} と、メッセージ X_{RU} との排他的論理和を演算してメッセージ X_{BU} を復号する。

【 0 1 0 0 】

その後、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、メッセージ X_{AU} , X_{BU} の誤り訂正を行ない、その誤り訂正後のメッセージ X_{AU} , X_{BU} を誤り検査回路 5 へ出力し、誤り検査回路 5 は、メッセージ X_{AU} , X_{BU} の後ろに付加された誤り検査符号 CRC - 32 を用いてメッセージ X_{AU} , X_{BU} の誤りを検査し、その誤り検査後のメッセージ X_{AU} , X_{BU} をメッセージ受手段 7 へ出力する。そして、アクセスポイント A P 1 のメッセージ受手段 7 は、メッセージ X_{AU} , X_{BU} を誤り検査回路 5 から受け、その受けたメッセージ X_{AU} , X_{BU} の宛先がアクセスポイント A P 1 であることを検知し、メッセージ X_{AU} , X_{BU} を受領する。

30

【 0 1 0 1 】

これによって、アクセスポイント A P 1 は、無線装置 A , B から送信されたメッセージ X_{AU} , X_{BU} を正しく受信できる。

【 0 1 0 2 】

なお、実施の形態 1 においては、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、式 (5) の右辺の第 1 項の対数尤度比 $L_B(t)$ を対数尤度比 $L_A(t)$ に変え、式 (5) の右辺の第 2 項の対数尤度比 $L_A(t)$ を対数尤度比 $L_B(t)$ に変えて、メッセージ X_{BU} の対数尤度比 $L''_B(t)$ を演算するようにしてもよい。この場合、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、対数尤度比 $L''_B(t)$ を上述した方法によってチャンネル復号してメッセージ X_{BU} を取得し、メッセージ X_{BU} とメッセージ X_{RU} との排他的論理和を演算してメッセージ X_{AU} を復号する。

40

【 0 1 0 3 】

また、上述した方法によって、メッセージ X_{AU} , X_{BU} を復号する方法を “ M a x i m a l r a t i o c o m b i n i n g ” とする。

【 0 1 0 4 】

(i i) メッセージ X_{AU} , X_{BU} , X_{RU} の全てが正しく復号できない場合

アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、受信信号 s_A , s_B , s_R を式 (4

50

)に代入して対数尤度比 L_A, L_B, L_R を演算する。

【0105】

図5は、図2に示すチャンネル復号手段4が保持する復号回路の構成を示す概略図である。メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} の全てが正しく復号できない場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、図5に示す復号回路40を用いてメッセージ X_{AU}, X_{BU} を復号する。

【0106】

復号回路40は、SISO (Soft Input Soft Output) デコーダ41~43と、演算器44, 45と、判定器46, 47を含む。

【0107】

SISOデコーダ41は、1回目の演算において、対数尤度比 $L_A = [L_{AU}, L_{AC}]$ を受け、その受けた対数尤度比 $L_A = [L_{AU}, L_{AC}]$ を後述する方法によって復号してメッセージ X_{AU} の対数尤度比 $/L_{AU}$ を演算器44および判定器46へ出力する。なお、表記 $/L_{AU}$ は、図5に示すバーが上に引かれた L を表す。

【0108】

SISO41は、2回目以降の演算において、対数尤度比 $L_A = [L_{AU}, L_{AC}]$ を受け、演算器45から対数尤度比 L'_{AU} を受け、その受けた対数尤度比 $L_A = [L_{AU}, L_{AC}]$ および対数尤度比 L'_{AU} に基づいてメッセージ X_{AU} の対数尤度比 $/L_{AU}$ および L_e を演算し、その演算した対数尤度比 $/L_{AU}$ を演算器44および判定器46へ出力する。

【0109】

SISOデコーダ42は、1回目の演算において、対数尤度比 $L_B = [L_{BU}, L_{BC}]$ を受け、その受けた対数尤度比 $L_B = [L_{BU}, L_{BC}]$ を後述する方法によって復号してメッセージ X_{BU} の対数尤度比 $/L_{BU}$ を演算器45および判定器47へ出力する。

【0110】

SISO42は、2回目以降の演算において、対数尤度比 $L_B = [L_{BU}, L_{BC}]$ を受け、演算器44から対数尤度比 L'_{BU} を受け、その受けた対数尤度比 $L_B = [L_{BU}, L_{BC}]$ および対数尤度比 L'_{BU} に基づいてメッセージ X_{BU} の対数尤度比 $/L_{BU}$ および L_e を演算し、その演算した対数尤度比 $/L_{BU}$ を演算器45および判定器47へ出力する。

【0111】

SISOデコーダ43は、対数尤度比 $L_R = [L_{RU}, L_{RC}]$ を受け、その受けた対数尤度比 $L_R = [L_{RU}, L_{RC}]$ を後述する方法によって復号してメッセージ X_{RU} の対数尤度比 $/L_{RU}$ を演算器44, 45へ出力する。

【0112】

演算器44は、SISOデコーダ41から対数尤度比 $/L_{AU}$ を受け、SISOデコーダ43から対数尤度比 $/L_{RU}$ を受ける。そして、演算器44は、対数尤度比 $/L_{AU}, /L_{RU}$ に基づいて、次式により対数尤度比 $L'_{BU}(t)$ を演算し、その演算した対数尤度比 $L'_{BU}(t)$ をSISOデコーダ42へ出力する。

【0113】

【数6】

$$L'_{BU}(t) = \bar{L}_{AU}(t) \oplus \bar{L}_{RU}(t) = \ln \frac{\exp(\bar{L}_{AU}(t)) + \exp(\bar{L}_{RU}(t))}{1 + \exp(\bar{L}_{AU}(t) + \bar{L}_{RU}(t))} \dots (6)$$

【0114】

即ち、演算器44は、メッセージ X_{AU} を示す対数尤度比 $/L_{AU}$ と、メッセージ X_{RU} を示す対数尤度比 $/L_{RU}$ とからメッセージ X_{BU} を示す対数尤度比 L'_{BU} を演算する。

【0115】

10

20

30

40

50

演算器 45 は、SISO デコーダ 42 から対数尤度比 / L_{BU} を受け、SISO デコーダ 43 から対数尤度比 / L_{RU} を受ける。そして、演算器 45 は、対数尤度比 / L_{BU} 、 L_{RU} に基づいて、次式により対数尤度比 $L'_{AU}(t)$ を演算し、その演算した対数尤度比 $L'_{AU}(t)$ を SISO デコーダ 41 へ出力する。

【0116】

【数7】

$$L'_{AU}(t) = \bar{L}_{BU}(t) \oplus \bar{L}_{RU}(t) = \ln \frac{\exp(\bar{L}_{BU}(t)) + \exp(\bar{L}_{RU}(t))}{1 + \exp(\bar{L}_{BU}(t) + \bar{L}_{RU}(t))} \dots (7)$$

10

【0117】

即ち、演算器 45 は、メッセージ X_{BU} を示す対数尤度比 / L_{BU} と、メッセージ X_{RU} を示す対数尤度比 / L_{RU} とからメッセージ X_{AU} を示す対数尤度比 L'_{AU} を演算する。

【0118】

判定器 46 は、SISO デコーダ 41 からの信号 / L_{AU} を受け、その受けた信号 / L_{AU} をビット値 (“1” または “0”) に変換してメッセージ X_{AU} を出力する。

【0119】

判定器 47 は、SISO デコーダ 42 からの信号 / L_{BU} を受け、その受けた信号 / L_{BU} をビット値 (“1” または “0”) に変換してメッセージ X_{BU} を出力する。

20

【0120】

図 6 は、図 5 に示す SISO デコーダ 41 におけるデコード方法を説明するための図である。

【0121】

送信側のチャンネルコーディング手段 2 の入力のビットシーケンスを u_1, u_2, \dots, u_t とする。送信側のチャンネルコーディング手段 2 は、 u_t に対して、 $u_t = +1$ の場合、 $x^+_t = (x^+_t, 1, x^+_t, 2, \dots, x^+_t, n)$ を、 $u_t = -1$ の場合、 $x^-_t = (x^-_t, 1, x^-_t, 2, \dots, x^-_t, n)$ を出力する。送信側のチャンネルコーディング手段 2 は、図 3 に示す回路からなる場合、 $u_t = +1$ であれば、 $x^+_t = (x^+_t, 1, x^+_t, 2)$ を、 $u_t = -1$ であれば、 $x^-_t = (x^-_t, 1, x^-_t, 2)$ を出力する。

30

【0122】

受信側の受信しや信号を $y_t = (y_t, 1, y_t, 2, \dots, y_t, n)$ とする。 s は、状態 $S_1 S_0$ である。時間 $t-1$ における s_i から時間 t における s_j への遷移をブランチという。また、以下において、信号 +1 は、ビット “1” に対応し、信号 -1 は、ビット “-1” に対応する。

【0123】

時間 t におけるブランチメトリックは、 $u_t = +1$ である場合、 x^+_t であり、 $u_t = -1$ である場合、 x^-_t であり、時間 t におけるパス i の状態メトリックは、 $M^{(i)}_t$ である。

40

【0124】

また、時間 t におけるブランチメトリックは、次式によって表される。

【0125】

【数8】

$$\beta_t^\pm = \sum_{k=1}^n L_c(y_{t,k}) x_{t,k}^\pm + \frac{1}{2} u_t^\pm \cdot L_{\text{priori}}(u_t) \dots (8)$$

【0126】

式 (8) における $L_c(y_{t,k}) = (2E_s / N_0) y_{t,k}$ は、ソフト復調結果で

50

あり、 $(2E_s / N_0)$ は、受信信号のゲインによって算出した信号対雑音比である。

【0127】

そして、時間 t における状態メトリックは、次式によって算出される。

【0128】

【数9】

$$M_t^{(i)} = M_{t-1}^{(i)} + \beta_t \quad \dots (9)$$

【0129】

この場合、時間 t において、1つの状態への全てのパスにおいて、最大メトリックを有するパスしか残らない。時間 $t + 1$ (は更新間隔である) において、4個の状態への残りの4本のパスの中に、最大メトリックを有するパス $path(i)$ によって、時間 t までのオリジナルなビットが決められる。

【0130】

時間 $t + 1$ での残りのパス $path(i)$ に対して、 $t + 0$ から $t + 1$ までの間の $l + 1$ 個の状態における l 番目のステージの状態を $s^{(i,l)}$ で表す。 l 番目のステージにおいて、パス $path(i)$ を除いた他のパスの中に、メトリックが一番大きいパスを競争パスと称する。競争パスの状態を $s^{(i',l)}$ とする。そして、 l 番目の状態でパス $path(i)$ と、その競争パスのメトリックの差は、次式によって表される。

【0131】

【数10】

$$\Delta_t^i = M_{t+1}^{(i)}(s^{(i)}) - M_{t+1}^{(i')} (s^{(i')}) \quad \dots (10)$$

【0132】

そして、SOVA (Soft Output Viterbi Algorithm) によるデコードの出力は、次式によって表される。式(10)における \min 操作は、 l 番目のステージでパス $path(i)$ によって復号した u_{t+1} と、その競争パスによって復号した u_{t+1} が異なる時のみ考慮する。

【0133】

【数11】

$$L_{SOVA}(u_t) = u_t \cdot \min_{l=0,1,\dots,\delta} \Delta_t^l \quad \dots (11)$$

【0134】

そして、チャンネル復号によって生成した外部情報は、次式によって表される。

【0135】

【数12】

$$L_e(u_t) = L_{SOVA}(u_t) - L_c(y_{t,l}) - L_{apriori}(u_t) \quad \dots (12)$$

【0136】

従って、SISOデコーダ41は、対数尤度比 $L_A(t)$ を入力 L_c として受け、対数尤度比 L'_{AU} を入力 $L_{apriori}$ として受け、その受けた入力 $L_c = L_A(t)$, $L'_{AU} = L_{apriori}$ に基づいて、 L_{SOVA} からなる出力 L_{AU} と、出力 L_e とを出力する。

10

20

30

40

50

【0137】

SISOデコーダ42も、SISOデコーダ41と同じ方法によって、 L_{SOVA} からなる出力 L_{BU} と、出力 L_e とを出力する。また、SISOデコーダ43も、SISOデコーダ41と同じ方法によって L_{RU} を出力する。

【0138】

アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、対数尤度比 L_A, L_B, L_R を演算すると、その演算した対数尤度比 L_A, L_B, L_R を図5に示す復号回路40に入力して、所定回数（例えば、10回）だけ演算を行ない、メッセージ X_{AU}, X_{BU} を復号する。

【0139】

このように、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} の全てが復号できない場合でも、図5に示す復号回路40を用いると、メッセージ X_{AU}, X_{BU} を復号できる。

10

【0140】

なお、上述した方法による復号方法を“iterative decoding”と言う。

【0141】

(iii)メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2個以上のメッセージを正しく復号できた場合

メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2つのメッセージ X_{AU}, X_{BU} を正しく復号できた場合、またはメッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} の全てを正しく復号できた場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、無線装置A, Bからそれぞれ送信されたメッセージ X_{AU}, X_{BU} を取得できるので、その取得したメッセージ X_{AU}, X_{BU} を誤り検査回路5へ出力する。

20

【0142】

また、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2つのメッセージ X_{AU}, X_{RU} を正しく復号できた場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、メッセージ X_{AU} とメッセージ X_{RU} との排他的論理和を演算してメッセージ X_{BU} を復号する。

【0143】

更に、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2つのメッセージ X_{BU}, X_{RU} を正しく復号できた場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、メッセージ X_{BU} とメッセージ X_{RU} との排他的論理和を演算してメッセージ X_{AU} を復号する。

30

【0144】

このように、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2個以上のメッセージを正しく復号できた場合、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、3個のメッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} を独立的に復号する。

【0145】

図7は、実施の形態1における復号方法を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、アクセスポイントAP1は、無線装置A, B, Rからそれぞれメッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} の受信信号 S_A, S_B, S_R を受信する（ステップS1）。

40

【0146】

そして、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、受信信号 S_A, S_B, S_R を復号するとともに（ステップS2）、式(4)を用いて受信信号 S_A, S_B, S_R からそれぞれ対数尤度比 L_A, L_B, L_R を演算する（ステップS3）。

【0147】

その後、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4は、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2個以上のメッセージを正しく復号できたか否かを判定する（ステップS4）。

【0148】

ステップS4において、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、2個以上のメッセ

50

ージを正しく復号できたと判定されたとき、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、3 個のメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ を独立的に復号する (ステップ S 5)。

【 0 1 4 9 】

一方、ステップ S 4 において、メッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ のうち、2 個以上のメッセージを正しく復号できなかったと判定されたとき、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、メッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ のうち、1 個のメッセージのみを正しく復号できたか否かを更に判定する (ステップ S 6)。

【 0 1 5 0 】

ステップ S 6 において、メッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ のうち、1 個のメッセージのみを正しく復号できたと判定されたとき、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、正しく復号できた 1 個のメッセージを用いて上述した方法 (Maximal Ratio Combining) によってメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$ を復号する (ステップ S 7)。

10

【 0 1 5 1 】

一方、ステップ S 6 において、メッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ のうち、1 個のメッセージのみを正しく復号できなかったと判定されたとき、アクセスポイント A P 1 のチャンネル復号手段 4 は、対数尤度比 L_A , L_B , L_R に基づいて、上述した方法 (Iterative decoding) によってメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$ を復号する (ステップ S 8)。

【 0 1 5 2 】

20

そして、ステップ S 5、ステップ S 7 およびステップ S 8 のいずれかの後、一連の動作は、終了する。

【 0 1 5 3 】

上述したように、実施の形態 1 においては、無線装置 A , B , R からの 3 個のメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ のうち、1 個のメッセージのみを正しく復号できた場合、または 3 個のメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$, $X_{R U}$ の全てを正しく復号できない場合でも、メッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$ が正しく復号される。

【 0 1 5 4 】

従って、通信の信頼性を向上できる。

【 0 1 5 5 】

30

[実施の形態 2]

図 8 は、図 1 に示す無線装置 A , B , R の実施の形態 2 における構成を示す概略ブロック図である。

【 0 1 5 6 】

図 1 に示す無線装置 A , B , R は、実施の形態 2 においては、図 8 に示す無線装置 A - 1 からなる。無線装置 A - 1 は、図 2 に示す無線装置 A のチャンネルコーディング手段 2 をチャンネルコーディング手段 2 A に代え、チャンネル復号手段 4 をチャンネル復号手段 4 A に代えたものであり、その他は、無線装置 A と同じである。

【 0 1 5 7 】

無線装置 A - 1 が無線装置 R である場合、チャンネルコーディング手段 2 A は、付加回路 6 からメッセージ $X_{R U}$ を受け、その受けたメッセージ $X_{R U}$ に対して $(X_{R U})$ を演算してメッセージ $X_{R U}$ をインターリーブする。

40

【 0 1 5 8 】

その後、チャンネルコーディング手段 2 A は、チャンネルコーディング手段 2 と同じチャンネルコーディング法を用いて $(X_{R U})$ を演算する。この $(X_{R U})$ は、インターリーブしたメッセージ $X_{R U}$ のパリティチェックビットを表す。

【 0 1 5 9 】

そうすると、チャンネルコーディング手段 2 A は、 $(X_{R U})$ からなる信号 $R(t)$ を式 (2) を用いて変調し、その変調した信号 $R(t)$ をアクセスポイント A P 1 へ送信する。

50

【0160】

なお、無線装置 A - 1 が無線装置 A または無線装置 B である場合、チャンネルコーディング手段 2 A は、チャンネルコーディング手段 2 と同じ方法によって、メッセージ X_{AU} またはメッセージ X_{BU} をチャンネルコーディングしてアクセスポイント AP 1 へ送信する。

【0161】

このように、実施の形態 2 においては、中継器である無線装置 R は、メッセージ X_{AU} 、 X_{BU} の排他的論理和を演算して得られたメッセージ X_{RU} のパリティチェックビット = (X_{RU}) のみをアクセスポイント AP 1 へ送信する。

【0162】

従って、通信を効率化できる。

10

【0163】

チャンネル復号手段 4 A は、式 (4) を用いて、無線装置 A から送信されたメッセージ X_{AU} の受信信号 s_A と、無線装置 B から送信されたメッセージ X_{BU} の受信信号 s_B とからそれぞれ対数尤度比 L_A 、 L_B を算出する。

【0164】

そして、チャンネル復号手段 4 A は、その演算した対数尤度比 L_A 、 L_B を次式に代入してメッセージ X_{RU} のビットシーケンス $X_R = [X_{RU}, X_{RC}]$ に対する対数尤度比 L'_R を演算する。

【0165】

【数 13】

20

$$L'_R(t) = L_A(t) \oplus L_B(t) = \ln \frac{\exp(L_A(t)) + \exp(L_B(t))}{1 + \exp(L_A(t) + L_B(t))} \dots (13)$$

【0166】

即ち、チャンネル復号手段 4 A は、メッセージ X_{AU} を表す対数尤度比 L_A と、メッセージ X_{BU} を表す対数尤度比 L_B とからメッセージ X_{RU} を表す対数尤度比 L'_R を演算する。

【0167】

その後、チャンネル復号手段 4 A は、その演算した対数尤度比 L'_R を次式に代入してメッセージ X_{RU} の受信信号 $s'_R = [s'_{RU}, s'_{RC}]$ を演算する。

30

【0168】

【数 14】

$$s'_R(t) = \frac{1}{2h_R} \sigma^2 \cdot L'_R(t) \dots (14)$$

【0169】

そうすると、チャンネル復号手段 4 A は、受信信号 $s'_R = [s'_{RU}, s'_{RC}]$ と、受信信号 s_R とに基づいて、後述する方法によってメッセージ X_{RU} の対数尤度比 L_{RU} を演算し、その演算した対数尤度比 L_{RU} をビット "1" またはビット "0" に判定してメッセージ X_{RU} を復号する。そして、チャンネル復号手段 4 A は、メッセージ X_{RU} を用いて、上述した Maximal Ratio Combining または Iterative Decoding によってメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

40

【0170】

なお、図 1 に示すアクセスポイント AP 1 も、実施の形態 2 においては、図 8 に示す無線装置 A - 1 と同じ構成からなる。

【0171】

図 9 は、図 8 に示すチャンネル復号手段 4 A が保持する復号回路の構成を示す概略図である。チャンネル復号手段 4 A は、図 9 に示す復号回路 50 を保持する。復号回路 50 は、演

50

算回路 51 ~ 54 と、SISO デコーダ 55, 57 と、インターリーブ回路 56 と、デインターリーブ回路 58, 59 と、判定器 60 とを含む。

【0172】

演算回路 51 は、受信信号 s_A を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_A の対数尤度比 L_A を演算し、その演算した対数尤度比 L_A を演算回路 53 へ出力する。

【0173】

演算回路 52 は、受信信号 s_B を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_B の対数尤度比 L_B を演算し、その演算した対数尤度比 L_B を演算回路 53 へ出力する。

【0174】

演算回路 53 は、対数尤度比 L_A と、対数尤度比 L_B とに基づいて、式 (13) によって、対数尤度比 L'_R を演算し、その演算した対数尤度比 L'_R を SISO デコーダ 55 へ出力する。

10

【0175】

演算回路 54 は、受信信号 s_R を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_R の対数尤度比 L_{RC} を演算し、その演算した対数尤度比 L_{RC} を SISO デコーダ 57 の L_c へ出力する。

【0176】

SISO デコーダ 55 は、対数尤度比 L'_{RU} , L'_{RC} と、デインターリーブ回路 58 の出力信号とに基づいて、上述した SISO デコーダ 41 と同じ方法によって、対数尤度比 L_{RU} を演算し、その演算した対数尤度比 L_{RU} をインターリーブ回路 56 へ出力する。

20

【0177】

インターリーブ回路 56 は、対数尤度比 L_{RU} をインターリーブし、そのインターリーブした対数尤度比 L_{RU} を SISO デコーダ 57 へ出力する。

【0178】

SISO デコーダ 57 は、インターリーブ回路 56 の出力と、演算回路 54 からの対数尤度比 L_{RC} とに基づいて、 L_e および L_{SOVA} を演算し、その演算した L_e をデインターリーブ回路 58 へ出力し、 $L_{SOVA} = L_{RU}$ をデインターリーブ回路 59 へ出力する。

【0179】

デインターリーブ回路 58 は、 L_e をデインターリーブし、そのデインターリーブした L_e を SISO デコーダ 55 へ出力する。

30

【0180】

デインターリーブ回路 59 は、 $L_{SOVA} = L_{RU}$ をデインターリーブし、そのデインターリーブした $L_{SOVA} = L_{RU}$ を判定器 60 へ出力する。

【0181】

判定器 60 は、デインターリーブした $L_{SOVA} = L_{RU}$ をデインターリーブ回路 59 から受け、その受けた $L_{SOVA} = L_{RU}$ をビット "1" またはビット "0" に判定してメッセージ X_{RU} を出力する。

【0182】

このように、チャネル復号手段 4A は、受信信号 s_A , s_B , s_R に基づいて、図 9 に示す復号回路 50 を用いてメッセージ X_{RU} を復号する。

40

【0183】

そして、チャネル復号手段 4A は、メッセージ X_{AU} , X_{BU} , X_{RU} のうち、1 個のメッセージ X_{RU} のみを正しく復号できたので、その正しく復号できた 1 個のメッセージ X_{RU} に基づいて、実施の形態 1 において説明した Maximal Ratio Combining を用いてメッセージ X_{AU} , X_{BU} を復号する。

【0184】

即ち、チャネル復号手段 4A は、メッセージ X_{RU} をチャネルコーディング手段 3 へ出力し、メッセージ X_{RU} のビットシーケンス X_R をチャネルコーディング手段 3 から受け

50

る。そして、チャンネル復号手段4Aは、対数尤度比 L_A 、 L_B とビットシーケンス X_R とに基づいて、上述した方法によって、メッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

【0185】

図10は、実施の形態2における復号方法を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、アクセスポイントAP1は、無線装置A、B、Rからそれぞれメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} 、 X_{RU} の受信信号 S_A 、 S_B 、 S_R を受信する(ステップS11)。この場合、受信信号 S_A は、メッセージ X_{AU} とメッセージ X_{AU} のパリティチェックビット X_{AC} とからなる信号の受信信号であり、受信信号 S_B は、メッセージ X_{BU} とメッセージ X_{BU} のパリティチェックビット X_{BC} とからなる信号の受信信号であり、受信信号 S_R は、メッセージ X_{RU} のパリティチェックビット X_{RC} とからなる信号の受信信号である。

10

【0186】

そして、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4Aは、受信信号 S_A 、 S_B 、 S_R からそれぞれ対数尤度比 L_A 、 L_B 、 L_R を演算する(ステップS12)。

【0187】

その後、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4Aは、対数尤度比 L_A 、 L_B を式(13)に代入して対数尤度比 L'_R を演算する(ステップS13)。

【0188】

この場合、対数尤度比 L'_R の L'_{RU} は、メッセージ X_{RU} を表し、対数尤度比 L'_R の L'_{RC} は、メッセージ X_{RU} のパリティチェックビット X_{RC} を表す。

20

【0189】

そして、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4Aは、対数尤度比 L'_{RU} 、 L'_{RC} 、 L_R に基づいて、上述した方法によって、メッセージ X_{RU} を復号する(ステップS14)。

【0190】

その後、アクセスポイントAP1のチャンネル復号手段4Aは、その復号した1個のメッセージ X_{RU} に基づいて、上述した方法(Maximal Ratio Combining)によってメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する(ステップS15)。これによって、一連の動作は終了する。

【0191】

上述したように、実施の形態2においては、無線装置Aは、メッセージ X_{AU} と、メッセージ X_{AU} のパリティチェックビット X_{AC} とからなるビットシーケンス X_A を送信し、無線装置Bは、メッセージ X_{BU} と、メッセージ X_{BU} のパリティチェックビット X_{BC} とからなるビットシーケンス X_B を送信し、無線装置Rは、メッセージ X_{AU} とメッセージ X_{BU} との排他的論理和からなるメッセージ X_{RU} のパリティチェックビット X_{RC} とからなるビットシーケンス X_R を送信し、アクセスポイントAP1は、ビットシーケンス X_A 、 X_B 、 X_R の受信信号 S_A 、 S_B 、 S_R に基づいて、上述した方法によってメッセージ X_{RU} を復号し、その復号した1個のメッセージ X_{RU} を用いて上述した方法(Maximal Ratio Combining)によってメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

30

40

【0192】

即ち、アクセスポイントAP1は、受信信号 S_A 、 S_B 、 S_R に基づいて復号した1個のメッセージ X_{RU} を用いてメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

【0193】

従って、通信の信頼性を向上できる。

【0194】

また、中継器である無線装置Rは、パリティチェックビット X_{RC} だけをアクセスポイントAP1へ送信する。

【0195】

従って、通信を効率化できる。

50

【 0 1 9 6 】

[実施の形態 3]

図 1 1 は、図 1 に示す無線装置 A , B , R の実施の形態 3 における構成を示す概略図である。図 1 に示す無線装置 A は、実施の形態 3 においては、図 1 1 に示す無線装置 A - 2 からなる。

【 0 1 9 7 】

無線装置 A - 2 は、図 2 に示す無線装置 A のチャンネルコーディング手段 2 をチャンネルコーディング手段 2 B に代え、チャンネル復号手段 4 をチャンネル復号手段 4 B に代えたものであり、その他は、無線装置 A と同じである。

【 0 1 9 8 】

無線装置 A - 2 が無線装置 R である場合、チャンネルコーディング手段 2 B は、付加回路 6 からメッセージ X_{RU} を受け、その受けたメッセージ X_{RU} に対して (X_{RU}) を演算してメッセージ X_{RU} をインターリーブする。

【 0 1 9 9 】

その後、チャンネルコーディング手段 2 B は、チャンネルコーディング手段 2 と同じチャンネルコーディング法を用いて (X_{RU}) を演算する。この (X_{RU}) は、インターリーブしたメッセージ X_{RU} のパリティチェックビットを表す。

【 0 2 0 0 】

そうすると、チャンネルコーディング手段 2 B は、 (X_{RU}) と (X_{RU}) とからなる信号 $R(t)$ を式 (2) を用いて変調し、その変調した信号 $R(t)$ をアクセスポイント AP 1 へ送信する。

【 0 2 0 1 】

なお、無線装置 A - 2 が無線装置 A または無線装置 B である場合、チャンネルコーディング手段 2 B は、チャンネルコーディング手段 2 と同じ方法によって、メッセージ X_{AU} またはメッセージ X_{BU} をチャンネルコーディングしてアクセスポイント AP 1 へ送信する。

【 0 2 0 2 】

チャンネル復号手段 4 B は、無線装置 A から送信されたメッセージ X_{AU} の受信信号 s_A と、無線装置 B から送信されたメッセージ X_{BU} の受信信号 s_B とから式 (4) を用いてそれぞれ対数尤度比 L_A , L_B を算出する。

【 0 2 0 3 】

そして、チャンネル復号手段 4 B は、その演算した対数尤度比 L_A , L_B を式 (1 3) に代入してメッセージ X_{RU} のビットシーケンス $X_R = [X_{RU}, X_{RC}]$ に対する対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ を演算する。

【 0 2 0 4 】

また、チャンネル復号手段 4 B は、無線装置 R からの (X_{RU}) に対応する信号 s_{RU} を受信し、その受信した受信信号 s_{RU} を式 (4) に代入して対数尤度比 L_{RU} を演算する。

【 0 2 0 5 】

そうすると、チャンネル復号手段 4 B は、対数尤度比 L_{RU} をデインターリーブして $^{-1}(L_{RU})$ を演算し、その演算した $^{-1}(L_{RU})$ と、対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ の対数尤度比 L'_{RU} とを次式に代入して総合値 L''_{RU} を演算する。

【 0 2 0 6 】

【 数 1 5 】

$$L''_{RU} = L'_{RU} + \Pi^{-1}(L_{RU}) \cdots (15)$$

【 0 2 0 7 】

そして、チャンネル復号手段 4 B は、総合値 L''_{RU} を式 (1 4) の $L'_R(t)$ に代入して受信信号 s'_{RU} を演算し、対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ の対数尤度

10

20

30

40

50

比 L'_{RC} を式 (14) の $L'_R(t)$ に代入して受信信号 s'_{RC} を演算し、受信信号 $s'_R = [s'_{RU}, s'_{RC}]$ を求める。

【0208】

その後、チャネル復号手段 4B は、無線装置 R からの (X_{RU}) に対応する受信信号 s_{RC} と、受信信号 $s'_R = [s'_{RU}, s'_{RC}]$ とに基づいて、実施の形態 2 における復号方法によって、メッセージ X_{RU} を復号し、その復号した 1 個のメッセージ X_{RU} を用いて、実施の形態 1 における復号方法 (Maximal Ratio Combining) によってメッセージ X_{AU} , X_{BU} を復号する。

【0209】

なお、図 1 に示すアクセスポイント AP 1 も、実施の形態 3 においては、図 11 に示す無線装置 A-2 と同じ構成からなる。

10

【0210】

図 12 は、図 11 に示すチャネル復号手段 4B が保持する復号回路の構成を示す概略図である。チャネル復号手段 4B は、図 12 に示す復号回路 70 を保持する。復号回路 70 は、演算回路 71~74 と、デインターリーブ回路 75, 80, 81 と、SISO デコーダ 77, 79 と、インターリーブ回路 78 と、判定器 82 とを含む。

【0211】

演算回路 71 は、受信信号 s_A を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_A の対数尤度比 L_A を演算し、その演算した対数尤度比 L_A を演算回路 73 へ出力する。

【0212】

20

演算回路 72 は、受信信号 s_B を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_B の対数尤度比 L_B を演算し、その演算した対数尤度比 L_B を演算回路 73 へ出力する。

【0213】

演算回路 73 は、対数尤度比 L_A と、対数尤度比 L_B とに基づいて、式 (13) によって、対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ を演算し、その演算した対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ の対数尤度比 L'_{RU} を加算器 76 へ出力し、対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ の対数尤度比 L'_{RC} を SISO デコーダ 77 の L_c へ出力する。

【0214】

演算回路 74 は、受信信号 s_R を式 (4) の $s_i(t)$ に代入して受信信号 s_R の対数尤度比 $L_R = [L_{RU}, L_{RC}]$ を演算し、その演算した対数尤度比 $L_R = [L_{RU}, L_{RC}]$ の対数尤度比 L_{RU} をデインターリーブ回路 75 へ出力し、対数尤度比 $L_R = [L_{RU}, L_{RC}]$ の対数尤度比 L_{RC} を SISO デコーダ 79 の L_c へ出力する。

30

【0215】

デインターリーブ回路 75 は、対数尤度比 L_{RU} をデインターリーブして $^{-1}(L_{RU})$ を演算し、その演算した $^{-1}(L_{RU})$ を加算器 76 へ出力する。

【0216】

加算器 76 は、対数尤度比 L'_{RU} と $^{-1}(L_{RU})$ とを式 (15) に代入して総合値 L''_{RU} を演算し、その演算した総合値 L''_{RU} を SISO デコーダ 77 の L_c へ出力する。

40

【0217】

SISO デコーダ 77 は、対数尤度比 L''_{RU} , L'_{RC} と、デインターリーブ回路 80 の出力信号とに基づいて、上述した SISO デコーダ 41 と同じ方法によって、対数尤度比 L_{RU} を演算し、その演算した対数尤度比 L_{RU} をインターリーブ回路 78 へ出力する。

【0218】

インターリーブ回路 78 は、対数尤度比 L_{RU} をインターリーブし、そのインターリーブした対数尤度比 L_{RU} を SISO デコーダ 79 へ出力する。

【0219】

SISO デコーダ 79 は、インターリーブ回路 78 の出力と、演算回路 74 からの対数

50

尤度比 L_{RC} とに基づいて、 L_e および L_{SOVA} を演算し、その演算した L_e をデインターリーブ回路 80 へ出力し、 $L_{SOVA} = / L_{RU}$ をデインターリーブ回路 81 へ出力する。

【0220】

デインターリーブ回路 80 は、 L_e をデインターリーブし、そのデインターリーブした L_e を SISO デコーダ 77 へ出力する。

【0221】

デインターリーブ回路 81 は、 $L_{SOVA} = / L_{RU}$ をデインターリーブし、そのデインターリーブした $L_{SOVA} = / L_{RU}$ を判定器 82 へ出力する。

【0222】

判定器 82 は、デインターリーブした $L_{SOVA} = / L_{RU}$ をデインターリーブ回路 81 から受け、その受けた $L_{SOVA} = / L_{RU}$ をビット “1” またはビット “0” に判定してメッセージ X_{RU} を出力する。

【0223】

このように、チャンネル復号手段 4B は、受信信号 s_A, s_B, s_R に基づいて、図 12 に示す復号回路 70 を用いてメッセージ X_{RU} を復号する。

【0224】

そして、チャンネル復号手段 4B は、メッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} のうち、1 個のメッセージ X_{RU} のみを正しく復号できたので、その正しく復号できた 1 個のメッセージ X_{RU} に基づいて、実施の形態 1 において説明した Maximal Ratio Combining を用いてメッセージ X_{AU}, X_{BU} を復号する。

【0225】

即ち、チャンネル復号手段 4B は、メッセージ X_{RU} をチャンネルコーディング手段 3 へ出力し、メッセージ X_{RU} のビットシーケンス X_R をチャンネルコーディング手段 3 から受ける。そして、チャンネル復号手段 4B は、対数尤度比 L_A, L_B とビットシーケンス X_R とに基づいて、上述した方法によって、メッセージ X_{AU}, X_{BU} を復号する。

【0226】

また、実施の形態 3 においては、中継器である無線装置 R は、メッセージ X_{RU} をデインターリーブした (X_{RU}) と、 (X_{RU}) をチャンネルコーディングした (X_{RU}) とからなるビットシーケンス $X_R = [(X_{RU}), (X_{RU})]$ をアクセスポイント AP1 へ送信するようにしたので、既存の無線 LAN のプロトコルを用いて無線通信を行なうことができる。

【0227】

図 13 は、実施の形態 3 における復号方法を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、アクセスポイント AP1 は、無線装置 A, B, R からそれぞれメッセージ X_{AU}, X_{BU}, X_{RU} の受信信号 s_A, s_B, s_R を受信する (ステップ S21)。この場合、受信信号 s_A は、メッセージ X_{AU} とメッセージ X_{AU} のパリティチェックビット X_{AC} とからなる信号の受信信号であり、受信信号 s_B は、メッセージ X_{BU} とメッセージ X_{BU} のパリティチェックビット X_{BC} とからなる信号の受信信号であり、受信信号 s_R は、メッセージ X_{RU} をデインターリーブした (X_{RU}) と、 (X_{RU}) のパリティチェックビット (X_{RU}) とからなる信号の受信信号である。

【0228】

そして、アクセスポイント AP1 のチャンネル復号手段 4B は、受信信号 s_A, s_B, s_R からそれぞれ対数尤度比 L_A, L_B, L_R を演算する (ステップ S22)。

【0229】

その後、アクセスポイント AP1 のチャンネル復号手段 4B は、対数尤度比 L_A, L_B を式 (13) に代入して対数尤度比 $L'_R = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ を演算する (ステップ S23)。

【0230】

引き続いて、アクセスポイント AP1 のチャンネル復号手段 4B は、対数尤度比 L_R の L

10

20

30

40

50

X_{RU} をインターリーブして $X_{RU}^{-1} (L_{RU})$ を演算する (ステップ S 2 4)。

【 0 2 3 1 】

そして、アクセスポイント A P 1 のチャネル復号手段 4 B は、 $X_{RU}^{-1} (L_{RU})$ と対数尤度比 $L'_{RU} = [L'_{RU}, L'_{RC}]$ の L'_{RU} との総合値 L''_{RU} を演算する (ステップ S 2 5)。

【 0 2 3 2 】

そうすると、アクセスポイント A P 1 のチャネル復号手段 4 B は、対数尤度比 L''_{RU} 、 L'_{RC} 、 L_{RC} に基づいて、上述した方法によって、メッセージ X_{RU} を復号する (ステップ S 2 6)。

【 0 2 3 3 】

その後、アクセスポイント A P 1 のチャネル復号手段 4 B は、その復号した 1 個のメッセージ X_{RU} に基づいて、上述した方法 (Maximal Ratio Combining) によってメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する (ステップ S 2 7)。これによって、一連の動作は終了する。

【 0 2 3 4 】

上述したように、実施の形態 3 においては、無線装置 A は、メッセージ X_{AU} と、メッセージ X_{AU} のパリティチェックビット X_{AC} とからなるビットシーケンス X_A を送信し、無線装置 B は、メッセージ X_{BU} と、メッセージ X_{BU} のパリティチェックビット X_{BC} とからなるビットシーケンス X_B を送信し、無線装置 R は、メッセージ X_{AU} とメッセージ X_{BU} との排他的論理和からなるメッセージ X_{RU} をインターリーブした $X_{RU}^{-1} (X_{RU})$ と、 $X_{RU}^{-1} (X_{RU})$ のパリティチェックビット $X_{RC}^{-1} (X_{RU})$ とからなるビットシーケンス $X_R = [X_{RU}^{-1} (X_{RU}), X_{RC}^{-1} (X_{RU})]$ を送信し、アクセスポイント A P 1 は、ビットシーケンス X_A 、 X_B 、 X_R の受信信号 s_A 、 s_B 、 s_R に基づいて、上述した方法によってメッセージ X_{RU} を復号し、その復号した 1 個のメッセージ X_{RU} を用いて上述した方法 (Maximal Ratio Combining) によってメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

【 0 2 3 5 】

即ち、アクセスポイント A P 1 は、受信信号 s_A 、 s_B 、 s_R に基づいて復号した 1 個のメッセージ X_{RU} を用いてメッセージ X_{AU} 、 X_{BU} を復号する。

【 0 2 3 6 】

従って、通信の信頼性を向上できる。

【 0 2 3 7 】

また、中継器である無線装置 R は、メッセージ X_{RU} をインターリーブした $X_{RU}^{-1} (X_{RU})$ と、 $X_{RU}^{-1} (X_{RU})$ をチャネルコーディングした $X_{RC}^{-1} (X_{RU})$ とからなるビットシーケンス $X_R = [X_{RU}^{-1} (X_{RU}), X_{RC}^{-1} (X_{RU})]$ をアクセスポイント A P 1 へ送信するようにしたので、既存の無線 LAN のプロトコルを用いて無線通信を行なうことができる。

【 0 2 3 8 】

なお、上記においては、無線装置 A、B がアクセスポイント A P 1 へメッセージを送信する場合、即ち、アップリンクにおいて、通信の信頼性を向上させる方法について説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、ダウンリンクにおいて、上述した実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 のいずれかの方法によって通信の信頼性を向上させてもよい。この場合、無線ネットワークは、図 1 4 に示す無線ネットワーク 2 0 からなる。図 1 4 は、この発明の実施の形態による他の無線ネットワークの概略図である。

【 0 2 3 9 】

無線ネットワーク 2 0 は、アクセスポイント A P 1、A P 2 と、無線装置 A、R とを備える。

【 0 2 4 0 】

無線ネットワーク 2 0 においては、アクセスポイント A P 1、A P 2 は、それぞれ、無線ネットワーク 1 0 の無線装置 A、B に相当し、無線装置 A は、無線ネットワーク 1 0 の

10

20

30

40

50

アクセスポイント A P 1 に相当する。

【 0 2 4 1 】

従って、無線装置 A は、アクセスポイント A P 1 , A P 2 および無線装置 R からそれぞれ受信信号 S_A , S_B , S_R を受信し、その受信した受信信号 S_A , S_B , S_R に基づいて、上述した実施の形態 1 ~ 実施の形態 3 のいずれかの方法によってアクセスポイント A P 1 , A P 2 からそれぞれ送信されたメッセージ $X_{A U}$, $X_{B U}$ を復号する。

【 0 2 4 2 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 2 4 3 】

この発明は、通信の信頼性を向上可能な無線ネットワークに適用される。

【図面の簡単な説明】

【 0 2 4 4 】

【図 1】この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。

【図 2】図 1 に示す無線装置の実施の形態 1 における構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】図 2 に示すチャンネルコーディング手段の構成を示す回路ブロック図である。

【図 4】チャンネル復号処理の方法を説明するための図である。

20

【図 5】図 2 に示すチャンネル復号手段が保持する復号回路の構成を示す概略図である。

【図 6】図 5 に示す S I S O デコーダにおけるデコード方法を説明するための図である。

【図 7】実施の形態 1 における復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図 8】図 1 に示す無線装置の実施の形態 2 における構成を示す概略ブロック図である。

【図 9】図 8 に示すチャンネル復号手段が保持する復号回路の構成を示す概略図である。

【図 10】実施の形態 2 における復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図 11】図 1 に示す無線装置の実施の形態 3 における構成を示す概略図である。

【図 12】図 11 に示すチャンネル復号手段が保持する復号回路の構成を示す概略図である。

。

【図 13】実施の形態 3 における復号方法を説明するためのフローチャートである。

30

【図 14】この発明の実施の形態による他の無線ネットワークの概略図である。

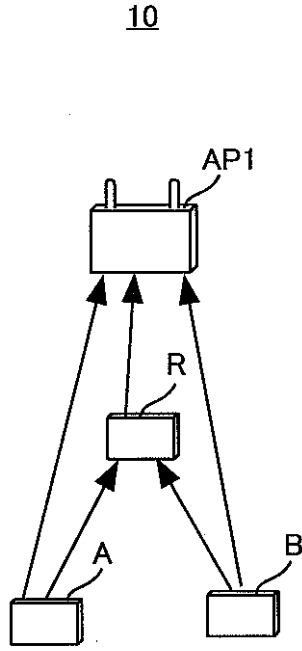
【符号の説明】

【 0 2 4 5 】

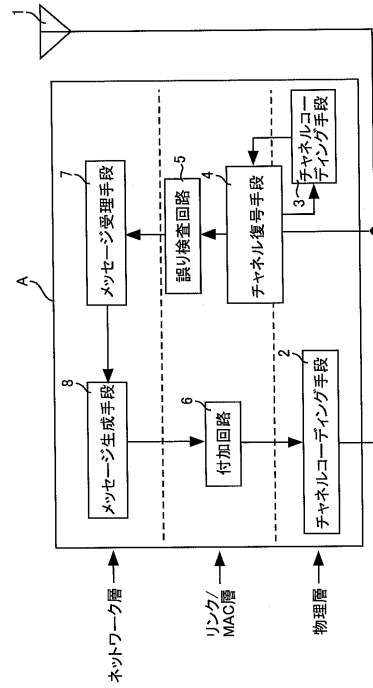
1 アンテナ、2 , 2 A , 2 B , 3 チャンネルコーディング手段、4 , 4 A , 4 B チャンネル復号手段、5 誤り検査回路、6 付加回路、7 メッセージ受理手段、8 メッセージ生成手段、10 , 20 無線ネットワーク、21 , 24 , 44 , 45 演算器、22 , 23 遅延器、25 連結回路、26 変調回路、40 , 50 復号回路、41 ~ 43 , 55 , 57 , 77 , 79 S I S O デコーダ、46 , 47 , 60 , 82 判定器、51 ~ 54 , 71 ~ 74 演算回路、56 , 78 インターリーブ回路、58 , 59 , 75 , 80 , 81 デインターリーブ回路、76 加算器、A , B , R 無線装置、A P 1 , A P 2 アクセスポイント。

40

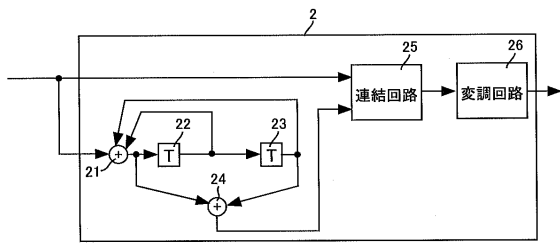
【図1】



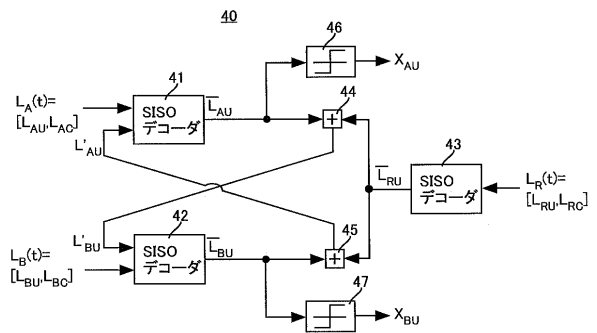
【図2】



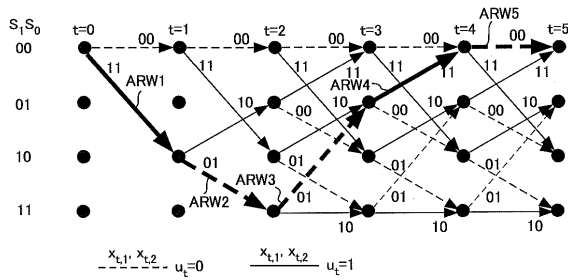
【図3】



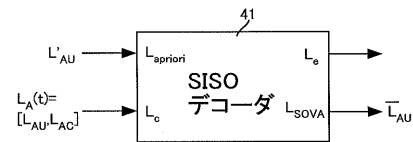
【図5】



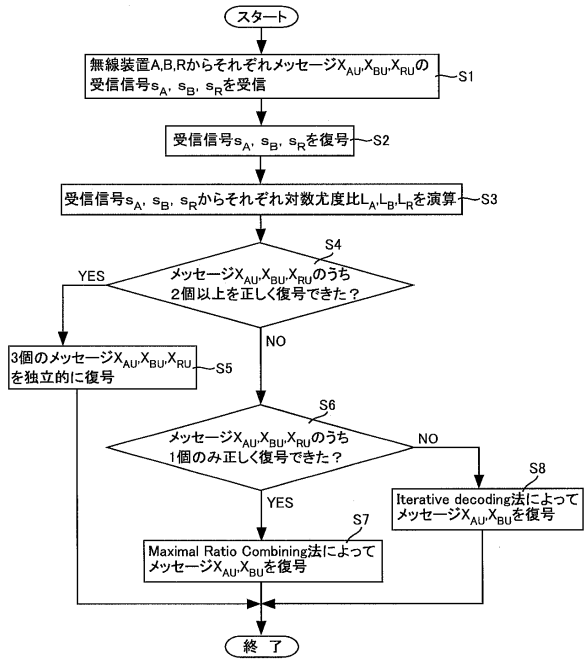
【図4】



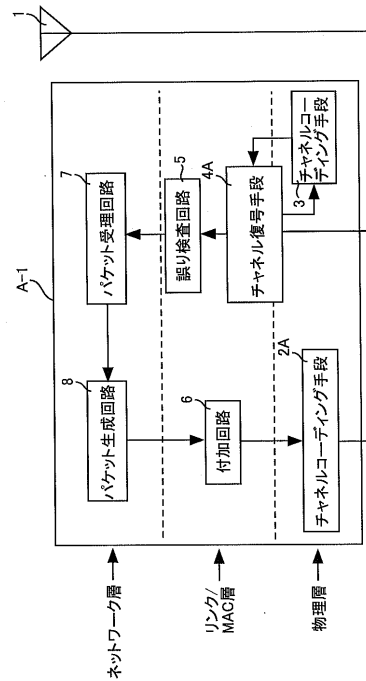
【図6】



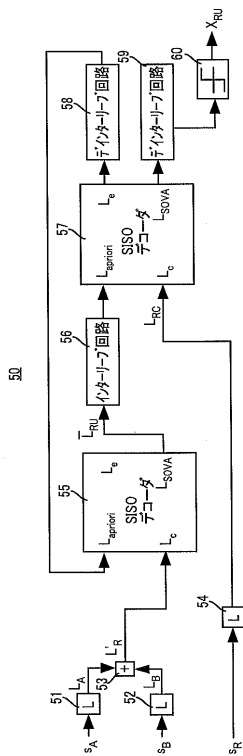
【図7】



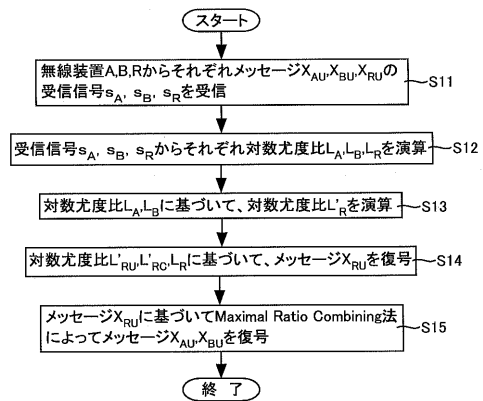
【図8】



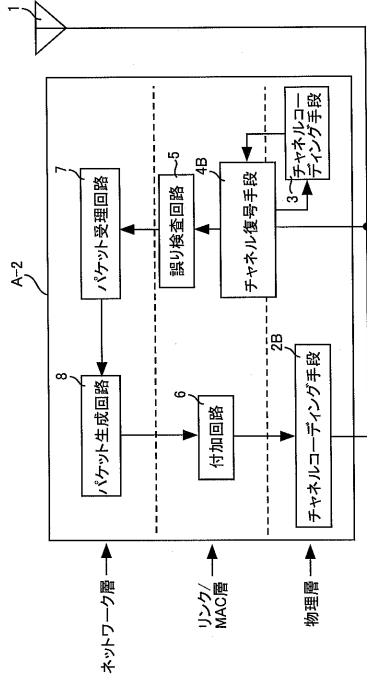
【図9】



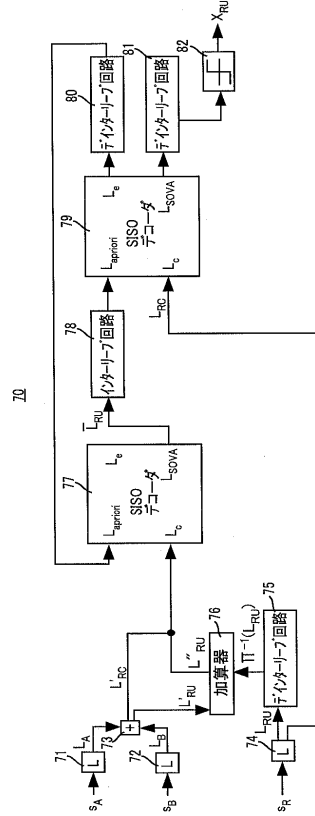
【図10】



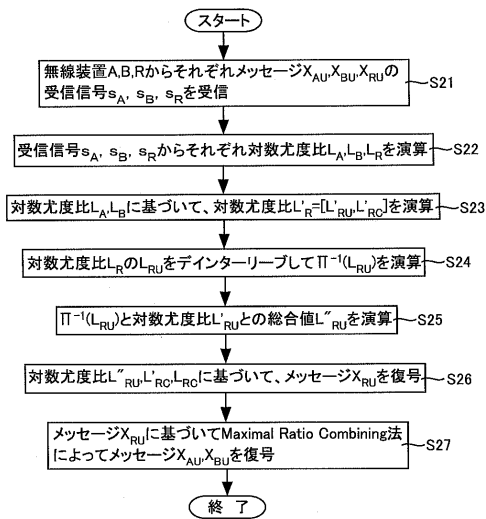
【図 1 1】



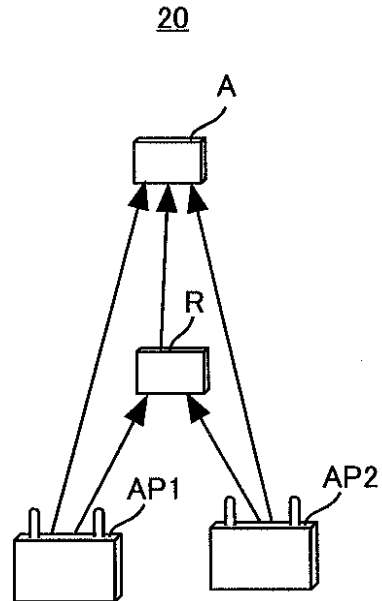
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 小花 貞夫

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 阿部 圭子

(56)参考文献 特開2006-352855(JP,A)

大槻 暢朗 他2名, ネットワーク符号化パケットの尤度合成ダイバーシチ復号法に関する一検討, 電子情報通信学会2008年通信ソサイエティ大会講演論文集1 PROCEEDINGS OF THE 2008 IEICE COMMUNICAT, 社団法人電子情報通信学会, 2008年 9月 2日, p.420

大槻 暢朗 他2名, Xトポロジにおけるネットワーク符号化に適したダイバーシチ復号法, 信学技報 IEICE Technical Report RCS2008-82, 2008年 8月20日, pp.175-180

Yingda Chen et al., Wireless diversity through network coding, Wireless Communications and Networking Conference, 2006., 2006年 4月 6日, pp.1681-1686

Nguyen, H.T. et al., A Joint Network-Channel Coding Scheme for Relay-Based Communications, Electrical and Computer Engineering, 2007. CCECE 2007. Canadian Conference on, 2007年 4月26日, pp.904-907

Zeitler, G. et al., Design of network coding functions in multihop relay networks, Turbo Codes and Related Topics, 2008 5th International Symposium on, 2008年 9月 5日, pp.249-254

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00