

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3636709号
(P3636709)

(45) 発行日 平成17年4月6日(2005.4.6)

(24) 登録日 平成17年1月14日(2005.1.14)

(51) Int. Cl. ⁷	F I
HO 3 M 13/29	HO 3 M 13/29
HO 3 M 13/27	HO 3 M 13/27
HO 4 L 1/16	HO 4 L 1/16

請求項の数 26 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2002-566845 (P2002-566845)	(73) 特許権者	591028452
(86) (22) 出願日	平成14年2月16日(2002.2.16)		サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2004-519885 (P2004-519885A)		SAMSUNG ELECTRONICS COMPANY, LIMITED
(43) 公表日	平成16年7月2日(2004.7.2)		大韓民国, 442-373 キョンキード 、スウォンシ、ヨントング、マエタン ードン, 416
(86) 国際出願番号	PCT/KR2002/000240		
(87) 国際公開番号	W02002/067434	(74) 代理人	100064908
(87) 国際公開日	平成14年8月29日(2002.8.29)		弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成14年10月10日(2002.10.10)	(74) 代理人	100089037
(31) 優先権主張番号	2001/7916		弁理士 渡邊 隆
(32) 優先日	平成13年2月16日(2001.2.16)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システムにおける符号生成及び復号装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

準補完ターボ符号を受信して復号する装置において、

受信されたシンボルを伝送率によって逆穿孔(depuncturing)し、前記逆穿孔されたシンボルを順次、貯蔵することによって受信されたサブ符号に対して軟性結合(soft combining)を遂行する準補完ターボ符号逆穿孔器と、

前記逆穿孔器の出力を情報シンボル列と少なくとも1つのパリティシンボル列に区分し、前記パリティシンボル列を対のパリティシンボル列に逆多重化した後、前記パリティシンボル列と前記情報シンボル列を区分して出力するチャネルデインターリーバと、

前記チャネルデインターリーバの出力を多重化し、前記伝送率によって前記多重化された出力を復号化して情報シンボル列を出力するターボ復号器とから構成されることを特徴とする装置。

【請求項2】

前記チャネルデインターリーバは、

前記QCTC逆穿孔器の出力を情報シンボル列と少なくとも1つのパリティシンボル列に区分する分離器と、

前記分離器から出力された前記パリティシンボル列を対のパリティシンボル列に逆多重化する少なくとも1つの逆多重化器と、

前記逆多重化器の出力及び前記情報シンボル列をデインターリーブする少なくとも1つデインターリーバと

10

20

から構成されることを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

準補完ターボ符号を受信して復号する装置において、

前記受信されたシンボルをシーケンス結合 (Sequence Combining) する結合器と、

前記結合されたシンボルを情報シンボル列とパリティシンボル列に分割し、前記パリティシンボル列を所定の符号率によって少なくとも 1 つのパリティシンボル列に逆多重化し、前記情報シンボルの列と前記逆多重化されたパリティシンボルの列を独立的にデインターリーブして出力するチャンネルデインターリーブと、

前記独立的にデインターリーブされたパリティシンボル列と前記情報シンボル列を多重化し、これを所定の復号率によって復号した後、前記情報シンボルの列を出力する準補完ターボ符号復号器と、

から構成されることを特徴とする装置。

【請求項 4】

前記チャンネルデインターリーブは、

前記結合されたシンボルから前記情報シンボル列と前記パリティシンボル列を分割して出力するシンボル分離器と、

前記パリティシンボル列を逆多重化し、前記それぞれのパリティシンボル列に分離する逆多重化器と、

前記逆多重化されたパリティシンボル列と前記それぞれの情報シンボルの列を独立的にデインターリーブするデインターリーブと、から構成されることを特徴とする請求項 3 記載の装置。

【請求項 5】

前記準補完ターボ符号復号器は、

前記独立的にデインターリーブされたパリティシンボル列と前記情報シンボル列を多重化して出力する多重化器と、

前記多重化器の出力シンボルを所定の復号率によって復号した後、情報シンボル列を出力するターボ復号器と

から構成されることを特徴とする請求項 3 記載の装置。

【請求項 6】

前記結合器は、

前記受信されたシンボルを貯蔵するための回転形バッファメモリと、

開始位置から所定の符号率によって前記回転形バッファメモリに貯蔵されたシンボルの内の、所定の個数のシンボルを選択して出力するシーケンス/シンボル結合器と

から構成されることを特徴とする請求項 3 記載の装置。

【請求項 7】

前記回転形バッファメモリの開始位置は、シンボル列が受信される度に、最終的に伝送されたシンボルの最後のシンボルの次のシンボルの位置であることを特徴とする請求項 6 記載の装置。

【請求項 8】

前記シーケンス/シンボル結合器は、前記受信されたシンボルの再伝送シンボルが存在する場合、以前に伝送されたシンボルと結合されて前記チャンネルデインターリーブに出力することを特徴とする請求項 6 記載の装置。

【請求項 9】

前記結合は、軟性結合であることを特徴とする請求項 8 記載の装置。

【請求項 10】

前記結合は、硬性結合であることを特徴とする請求項 8 記載の装置。

【請求項 11】

準補完ターボ符号を受信して復号する方法において、

(a) 受信されたシンボルをシーケンス結合する過程と、

(b) 前記結合されたシンボルを情報シンボル列とパリティシンボル列に分割し、前記パ

10

20

30

40

50

リティンボル列を所定の符号率によって少なくとも1つのパリティンボル列に逆多重化し、前記情報シンボル列と前記逆多重化されたパリティンボル列を独立的にデインターリーブして出力する過程と、

(c)前記独立的にデインターリーブされたパリティンボルの列と前記情報シンボルの列を多重化し、これを所定の復号率によって復号した後、前記情報シンボルの列を出力する過程と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項12】

前記過程(b)は、

(a)前記結合されたシンボルから前記情報シンボル列と前記パリティンボル列に分割して出力する段階と、 10

(b)前記パリティンボル列を逆多重化し、それぞれのパリティンボル列に分離する段階と、

(c)前記逆多重化されたパリティンボル列及び前記それぞれの情報シンボル列を独立的にデインターリーブする段階と、を含むことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項13】

前記過程(c)は、

(a)前記独立的にデインターリーブされたパリティンボル列及び前記情報シンボル列を多重化して出力する段階と、

(b)前記多重化器からの出力シンボルを所定の復号率によって復号した後、前記情報シンボル列を出力する段階と 20

を含むことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項14】

前記過程(a)は、

前記受信されたシンボルを回転形に貯蔵する段階と、

開始位置からの符号率によって前記回転形に貯蔵されたシンボルの所定の個数のシンボルを選択して出力する段階と

を含むことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項15】

前記過程(a)において、回転形バッファメモリの開始位置は、各シンボル列が受信される度に、最終的に伝送されたシンボルの最後のシンボルの次のシンボル位置であることを特徴とする請求項14記載の方法。 30

【請求項16】

前記過程(b)において、受信されたシンボルの再伝送シンボルが存在する場合、以前に伝送されたシンボルと結合されてチャネルデインターリーバに出力することを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項17】

前記結合は軟性結合であることを特徴とする請求項16記載の方法。

【請求項18】

前記結合は、硬性結合であることを特徴とする請求項16記載の方法。 40

【請求項19】

前記過程(b)において、前記情報シンボル及び複数のパリティンボル列は、部分ビット逆順(PBRO: Partial Bit Reversal Order)デインターリーブ方式によってそれぞれ独立的にデインターリーブされることを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項20】

準補完ターボ符号を受信して復号する装置において、

受信されたシンボルをシーケンス結合する結合器と、

前記結合されたシンボルから情報シンボル列及びパリティンボル列を分割して出力するシンボル分離器(De-Concatenation or Separation)と、

前記パリティンボル列を逆多重化してそれぞれのパリティンボルに分離する逆多重 50

化器と、

前記逆多重化されたパリティシンボル列及びそれぞれの情報シンボル列を独立的にデインターリーブするデインターリーバと、

前記独立的にデインターリーブされたパリティシンボル列及び前記情報シンボル列を多重化し、これを所定の復号率によって復号した後、前記情報シンボル列を出力する準補完ターボ符号復号器と、

から構成されることを特徴とする装置。

【請求項 2 1】

前記インターリーバは、部分ビット逆順デインターリーピング(PBR O)方式によって前記情報シンボル列及び複数のパリティシンボル列を独立的にインターリーブすることを特徴とする請求項 2 0 記載の装置。

10

【請求項 2 2】

前記結合器は、前記受信されたシンボルを貯蔵するための回転形バッファメモリと、開始位置からの符号率によって前記回転形バッファメモリに貯蔵されたシンボルの所定の個数のシンボルを選択して出力するシーケンス/シンボル結合器とから構成されることを特徴とする請求項 2 0 記載の装置。

【請求項 2 3】

前記回転形バッファメモリの開始位置は、各シンボル列が受信される度に、最終的に伝送されたシンボルの最後のシンボルの次のシンボルの位置であることを特徴とする請求項 2 2 記載の装置。

20

【請求項 2 4】

前記シーケンス/シンボル結合器は、受信されたシンボルの再伝送シンボルが存在する場合、以前に伝送されたシンボルと結合されて前記チャンネルデインターリーバに出力することを特徴とする請求項 2 2 記載の装置。

【請求項 2 5】

前記結合は、軟性結合であることを特徴とする請求項 2 4 記載の装置。

【請求項 2 6】

前記結合は、硬性結合であることを特徴とする請求項 2 4 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

30

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ通信システムにおける符号生成装置に関し、特に、再伝送方式(Automatic Repeat request: 以下、ARQと称する)を使用するパケット通信システムまたはARQ方式を使用する一般的な通信システムにおいてターボ符号の特性を考慮した補完ターボ符号(complementary turbo codes)生成装置及び方法に関する。

【0 0 0 2】

一般的に、ハイブリッドARQ(Hybrid ARQ: 以下、HARQと称する)方式を使用するシステムは、伝送効率(throughput)の向上のために軟性結合(Soft combining)を使用し、前記軟性結合は、パケットダイバーシティ結合(packet diversity combining)とパケット符号結合(packet code combining)に分けられる。前記2つの結合方式を軟性パケット結合(Soft Packet Combining)と称する。前記パケットダイバーシティ結合方式は、前記パケット符号結合に比べて、性能面で次善の方式であるが、具現の便宜性のため、性能上の大きな損失が無い場合はよく使用される。

40

【0 0 0 3】

前記パケット符号結合方式は、パケット伝送システムにおいて伝送効率(Throughput)を増加させるために使用される。前記パケット符号結合方式は、伝送されるそれぞれのパケットに対して符号率Rを有する多様な符号を伝送する。復号の結果、前記受信されたパケットからエラーが検出される場合、受信器は、前記エラーが検出されたパケットを捨てるより貯蔵した後、前記貯蔵されたパケットを送信器によって再伝送されるパケットと軟性結

50

合(Soft Combining)する。ここで、前記再伝送されるパケットは、異なる符号が使用されることができ、つまり、前記パケット符号結合方式は、符号率 R を有する N 個のパケットを受信する場合、前記パケットを使用して前記符号率を実効符号率(effective code rate) R/N に転換した後に復号することによって符号化利得(coding gain)を得ることができる。

【0004】

反面、前記パケットダイバーシティ結合は、伝送されるそれぞれのパケットに対して符号率 R を有する同一の符号を伝送し、復号の結果、前記受信されたパケットからエラーが検出される場合、前記受信器は、前記エラーが検出されたパケットを捨てるより貯蔵した後、前記貯蔵されたパケット前記送信器から再伝送されるパケットと軟性結合する。全てのケースにおいて、前記再伝送されるパケットは、同一の符号が使用される。従って、前記パケットダイバーシティ結合は、ランダムチャネルにおいて一種のシンボルエネルギー平均過程(Symbol Energy Averaging process)としてみなされることができ、受信されたシンボルの軟性出力(soft output)を平均することによって得られる雑音電力減少効果、及びフェーディングチャネル(fading channel)において複数のシンボルを伝送することによってダイバーシティチャネルで提供されるダイバーシティ利得(diversity gain)のみを使用する。それに反して、前記パケット符号結合は、前記ダイバーシティ利得の以外にコード構造による追加的な符号化利得を有する。

【0005】

以下、前記ターボ符号を生成するターボ符号器を説明する。例えば、符号率が $1/5$ であるターボ符号器は、入力される情報シンボルを符号化することによって、情報シンボル X 、第1パリティシンボル Y_0 、 Y_0' 、及び第2パリティシンボル Y_1 、 Y_1' を発生する。前記ターボ符号器は、2つの構成符号器(component encoder)及び1つのインターリーバ(interleaver)から構成される。第1構成符号器は、前記入力される情報シンボルを符号化して前記第1パリティシンボル Y_0 、 Y_0' を発生し、第2構成符号器は、前記インターリーバを通してインターリーブされた情報シンボルを符号化して第2パリティシンボル Y_1 、 Y_1' を発生する。詳細に、前記 Y_0 は、第1構成符号器から発生される1番目のパリティシンボルの列であり、前記 Y_0' は、前記第1構成符号器から発生される2番目のパリティシンボルの列である。

【0006】

現在まで、大部分のパケット通信システムは、具現の容易さのため、パケットダイバーシティ結合を使用した。特に、同期方式のIS-2000システム及び非同期方式のUMTSシステムは、前述した理由によって前記パケットダイバーシティ結合方式を使用している。しかしながら、既存の大部分のパケット通信システムはコンボリューション符号(convolutional code)を使用し、低い符号率 R を有するコンボリューション符号を使用する場合は、前記パケットダイバーシティ結合を使用するとしても、大きな利得を提供することができない。つまり、 $R = 1/3$ の従来の符号を使用するシステムがARQ方式を支援する場合、前記パケットダイバーシティ結合方式と前記パケット符号結合方式との性能差があまり大きくないので、前記システムは、前記パケットダイバーシティ結合を使用した。しかしながら、エラー訂正符号(Forward Error Correction Codes : FEC)としてターボ符号を使用する場合は、既存とは異なる方式が要求される。これは、前記ターボ符号が反復復号(iterative decoding)によってその性能がシャノンチャネルキャパシティリミット(Shannon Channel Capacity Limit)に近接するように設計され、既存のコンボリューション符号とは異なって前記符号率による性能差が明確に存在するためである。従って、システムの性能を向上させるためには、パケット通信システムにおいてターボ符号を使用する前記パケット符号結合方式を使用することは望ましい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、通信システムにおいてターボ符号の特性を考慮した補完ターボ符号の生成及び復号装置及び方法を提供することにある。

10

20

30

40

50

本発明の他の目的は、通信システムにおいて、準補完ターボ符号(Quasi Complementary Turbo Codes: 以下、QCTCと称する)を生成するための装置及び方法を提供することにある。

本発明のまた他の目的は、通信システムにおいて準補完ターボ符号を復号するための装置及び方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明は、通信システムにおいて準補完ターボ符号を発生する装置を提供する。前記装置は、ターボ符号器、所定の規則によって前記ターボ符号器から出力されるシンボルをインターリーブするインターリーバ、及び前記インターリーバからの前記インターリーブされたシンボルを穿孔及び反復することによって前記準補完ターボ符号を発生する符号生成器から構成される。

10

【0009】

本発明は、通信システムにおいて準補完ターボ符号を復号する装置を提供する。前記装置は、送信器から伝送された準補完ターボ符号のサブ符号の逆穿孔(depuncturing)を通して伝送される伝送率によって符号シンボルを発生し、前記サブ符号を軟性結合(soft combining)する符号復号器、前記符号復号器から出力されたシンボルをデインターリーブするデインターリーバ、及び前記デインターリーバの出力を復号化するターボ復号器と、から構成される。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に従う好適な実施形態について添付図を参照しつつ詳細に説明する。下記の説明において、本発明の要旨のみを明確にする目的で、関連した公知機能または構成に関する具体的な説明は省略する。

本発明は、準補完ターボ符号(QCTC)を使用してチャネルインターリーブを支援するシステム、または、多様な符号率を有するQCTCを要求するシステムにおいて、符号長の変化に関係なく準補完ターボ符号を使用する方式を提供する。前記QCTCは、ターボ符号を使用して生成される補完符号(Complementary Codes)と定義されている。前記QCTCは、準(quasi)という用語を使用することから分かるように、サブ符号が反復されるシンボルを含み、それぞれのサブ符号は異なる特性(例えば、エラー訂正能力など)を有するので、完全な補完符号ではない。

20

30

【0011】

図1は、本発明の実施形態によるQCTC生成装置の構成を示す。図1は、前記QCTC生成装置に使用されるシンボル反復及び穿孔がチャネルインターリーブの後に遂行されることを示す。

図1を参照すると、符号器(encoder)101は、入力されるエンコーダパッケージ(encoder packet)を符号化シンボルに符号化する。ここで、符号器としては、コンボリューション符号器及びターボ符号器を使用することができる。例えば、前記符号器101の符号率Rが1/5であると仮定する。従って、前記符号器101は、3072ビットの情報ビットを受信し、15360ビットの符号化シンボルを出力する。チャネルインターリーバ(channel interleaver)102は、前記符号器101から出力された前記符号化シンボルを所定の規則によってインターリーブする。ここで、前記インターリーバ102は、前記符号器101がターボ符号器である場合、前記ターボ符号器の性質に基づいて符号語シンボルX、パリティシンボルY₀、Y₁、Y₀'、Y₁'を独立的にインターリーブする。QCTC生成器(QCTC generator)(または、QCTC puncturing/repetition block)103は、前記チャネルインターリーバ102から提供された前記インターリーブされたシンボルに対して穿孔(puncturing)及び反復(repetition)を遂行して準補完ターボ符号を生成する。前述したように、前記チャネルインターリーバ102及び前記QCTC生成器103は、QCTC生成過程を遂行する。

40

【0012】

50

インターリーブされた符号シンボルの個数が15360であり、与えられたサブ符号の符号率(または、伝送率)が307.2kbpsである場合、前記QCTC生成器103は、前記15360個のインターリーブされた符号シンボル及び反復によって前記インターリーブされた符号シンボルの前半部を選択して、21504個のシンボルを有する1番目のサブ符号を生成する。一方、サブ符号の伝送率が614.4kbpsである場合、前記QCTC生成器103は、前記インターリーブされた符号シンボルの前半部から最初の10752個の符号シンボルを選択して1番目のサブ符号を生成する。さらに、伝送率が1228.8kbpsまたは2457.6kbpsである場合、前記QCTC生成器103は、前記インターリーブされた符号シンボルから最初の5376個の符号シンボルを選択して1番目のサブ符号を生成する。

10

【0013】

ここで、前記QCTC(または、サブ符号)を生成するために、前記チャンネルインターリーブ102は特別に設計されるべきである。これは、前記チャンネル符号器101から出力される5個のシンボル、つまり、符号語シンボルX及びパリティシンボル Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' がチャンネルインターリーブされた後、分散されるからである。前記QCTCを生成するための穿孔及び反復ブロックへの入力として前記分散されたシンボルを使用することは容易でなく、さらに、シンボルX、 Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' がミックスされたシンボルを使用してQCTCの性質を満足するサブ符号を生成することは容易でない。この問題点を解決するために、本発明は、前記サブ符号の符号率に関係なく一定の方式によって前記QCTCを生成する方法を提供する。

20

【0014】

図2は、本発明の実施形態による準補完ターボ符号を生成するための手順を示す図である。図2を参照すると、符号器(encoder)201は、入力されるエンコーダパッケージ(encoder packet)をシンボルに符号化する。前記符号器201は、多様な符号率の母符号を使用する。例えば、ここでは、 $R = 1/5$ のターボ符号を母符号として使用する。前記符号器201は、入力される情報シンボルを符号化することによって、情報シンボルX、第1パリティシンボル Y_0 、 Y_0' 、及び第2パリティシンボル Y_1 、 Y_1' を発生する。前記第1パリティシンボル Y_0 、 Y_0' は、第1構成符号器から出力され、前記第2パリティシンボル Y_1 、 Y_1' は第2構成符号器から出力される。前記第1及び第2構成符号器(図示せず)は、前記符号器201に含まれる。前記第1及び第2構成符号器から発生される1番目のパリティシンボル Y_0 及び Y_1 は、2番目のパリティシンボル Y_0' 及び Y_1' より高い伝送優先順位を有する。

30

【0015】

逆多重化器(demultiplexer)202は、前記チャンネル符号器201から出力される5つのシンボル、つまり、符号語シンボルX、パリティシンボル Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' を5個のグループに逆多重化する。つまり、符号語シンボルX、パリティシンボル Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' は、順次、逆多重化された後、それぞれサブブロックインターリーブ(sub-block interleaver)204、214、224、234に提供される。前記サブブロックインターリーブ204、214、224、234は、前記逆多重化器202から出力されるシーケンスをサブブロックインターリーブングによってランダムに位置を変更する。下記の条件を満足するように多様なサブブロックインターリーブング方式を使用することができる。

40

(条件1)インターリーブされたシンボルは、インターリーブング以前の符号シンボルの穿孔パターンが均等の穿孔距離を有するように部分的に穿孔される。

【0016】

前記条件1を満足する理由は、それぞれの符号語シンボルX、 Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' から所定の数のシンボルが穿孔される場合、ターボ符号の性能を最適にするためにはサブブロックインターリーブング以前の符号語シンボルにおいて穿孔されたシンボル間の距離が均等になるべきであるためである。つまり、ターボ符号に穿孔を使用する場合、均一性(uniformity)が前記ターボ符号の性能を決定する重要な要因になる。本発明によると、前記符

50

号語シンボル X 、 Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' に対して独立的なサブブロックインターリーピングを使用する。それぞれのインターリーバの出力において穿孔が均一である場合、符号器の出力において穿孔された符号シンボル間の距離は均一に維持される。従って、インターリーブされた符号シンボルにおける穿孔がチャンネル符号器の出力における穿孔分布を均一に維持することができるようにチャンネルインターリーピング方式が選択されるべきである。

【0017】

前述したチャンネルインターリーピング方式には、ビット逆順(Bit Reversal Order: B R O)インターリーピング及び部分ビット逆順(Partial Bit Reversal Order: P B R O)インターリーピングがある。前記B R Oインターリーピングは、符号器に入力される情報語シンボルの個数及び母符号から発生される前記符号語シンボル X 、 Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' におけるシンボルの個数が2の自乗の形態、つまり、 2^m の形態を有する時のみに使用できる。ここで、 m は、サブブロックインターリーバのブロックサイズ N を $2^m \times J$ にするためのパラメータである。前記P B R Oインターリーピングは、前記B R Oインターリーピングの短所を克服するために、それぞれの符号語シンボル X 、 Y_0 、 Y_1 、 Y_0' 、 Y_1' におけるシンボルの数が2の自乗の形態でない場合も前記条件1を満足するように設計された。本発明において、前記サブブロックチャンネルインターリーピングに関しては具体的に説明せず、前記条件1を満足する全てのチャンネルインターリーピング方式を使用することができることに注意する。

【0018】

前記サブブロックインターリーピングによってランダム化した符号語シンボルは、対応するブロックに入力される。ここで、第1インターリーバ204から出力される前記インターリーブされた情報語シンボル X は、シンボル結合器(symbol concatenator or symbol combiner)207に直接入力される。第2及び第3インターリーバ214及び224からの前記インターリーブされたパリティシンボル Y_0 及び Y_1 は第1多重化器205に入力され、第4及び第5インターリーバ234及び244からの前記インターリーブされたパリティシンボル Y_0' 及び Y_1' は第2多重化器215に入力される。前記第1多重化器205は、前記インターリーブされたパリティシンボル Y_0 及び Y_1 を多重化して前記シンボル結合器207に提供する。前記第2多重化器215は、前記インターリーブされたパリティシンボル Y_0' 及び Y_1' を多重化して前記シンボル結合器207に出力する。前記インターリーバから出力される前記インターリーブされた符号語シンボルは、再整列されて3個のサブグループ206、216、及び226に分類される。

【0019】

前述した過程は、本発明によるQ C T Cの生成において重要な部分であるので、より詳細に説明する。図2に示すように、情報語シンボル X は、サブブロックインターリーピングの後に多重化されずに1つの独立的なサブグループを形成する。前記サブブロックインターリーブされたシンボルを $S b_i_X$ と定義すると、前記インターリーブされた情報語シンボル $S b_i_X$ は、式1のように表現されることができる。

【数1】

(式1)

$$Sb_i_X(1), Sb_i_X(2), Sb_i_X(3), Sb_i_X(4)...$$

ここで、 $S b_i_X(1)$ は、前記第1インターリーバ204によってインターリーブされた1番目のシンボルを示す。 $S b_i_X$ は、シーケンスA(sequence A)と称する。

【0020】

次に、第2及び第3インターリーバ214及び224から出力される前記インターリーブされた符号語シンボル Y_0 及び Y_1 は、1つのサブグループに分類される。前記符号語シン

10

20

30

40

50

ボル Y_0 が $S b_i_Y_0$ である場合、 $S b_i_Y_0$ は式 2 によって表現されることができる。

【数 2】

(式 2)

$$Sb_i_Y_0(1), Sb_i_Y_0(2), Sb_i_Y_0(3), Sb_i_Y_0(4)...$$

【0021】

ここで、 $S b_i_Y_0(1)$ は、前記第 2 インターリーブ 2 1 4 によってインターリーブされた 1 番目のシンボルを示す。前記符号語シンボル Y_1 が $S b_i_Y_1$ である場合、 $S b_i_Y_1$ は式 3 によって表現されることができる。

10

【数 3】

(式 3)

$$Sb_i_Y_1(1), Sb_i_Y_1(2), Sb_i_Y_1(3), Sb_i_Y_1(4)...$$

ここで、 $S b_i_Y_1(1)$ 及び $S b_i_Y_1(2)$ は、それぞれ前記第 3 インターリーブ 2 2 4 によってインターリーブされた 1 番目及び 2 番目のシンボルを示す。前記符号語シンボル Y_0 及び Y_1 を多重化器 2 0 5 において多重化した後、第 1 多重化器 2 0 5 の出力は式 4 になる。

20

【0022】

【数 4】

(式 4)

$$Sb_i_Y_0(1), Sb_i_Y_1(1), Sb_i_Y_0(2), Sb_i_Y_1(2), Sb_i_Y_0(3), Sb_i_Y_1(3)...$$

30

前記多重化されたシンボルはシーケンス B (sequence B) と称する。

前記インターリーブされた符号シンボル $S b_i_Y_0$ 及び $S b_i_Y_1$ を多重化する理由は、M 個の連続的なシンボルが前記シーケンス B の前半または後半に関係なく前記シーケンス B において穿孔される時、M が偶数である場合のみに、 $S b_i_Y_0$ における穿孔されたシンボルの数が $S b_i_Y_1$ における穿孔されたシンボルの数と同一になるからである。つまり、M が奇数である場合、 $S b_i_Y_0$ における穿孔されたシンボルの数と $S b_i_Y_1$ における穿孔されたシンボルの数の差がただ 1 の分だけ存在する。前記多重化は、穿孔されたパリティシンボル Y_0 の数と穿孔されたパリティシンボル Y_1 の数が同一であるという前記 QCTC の特徴を常に満足する。

40

【0023】

同一の方式によって、第 4 及び第 5 インターリーブ 2 3 4 及び 2 4 4 から出力される前記インターリーブされた符号語シンボル Y_0' 及び Y_1' が 1 つのサブグループに分類される。前記符号語シンボル Y_0' 及び Y_1' が $S b_i_Y_0'$ 及び $S b_i_Y_1'$ である場合、 $S b_i_Y_0'$ 及び $S b_i_Y_1'$ は式 5 及び式 6 によって表現されることができる。

【0024】

【数 5】

(式5)

$$Sb_i_Y_0'(1), Sb_i_Y_0'(2), Sb_i_Y_0'(3), Sb_i_Y_0'(4)...$$

【数6】

(式6)

$$Sb_i_Y_1'(1), Sb_i_Y_1'(2), Sb_i_Y_1'(3), Sb_i_Y_1'(4)...$$

10

次に、第1多重化器215の出力は、式7のようである。

【数7】

(式7)

$$Sb_i_Y_0'(1), Sb_i_Y_1'(1), Sb_i_Y_0'(2), Sb_i_Y_1'(2), Sb_i_Y_0'(3), Sb_i_Y_1'(3)...$$

20

前記多重化されたシンボルは、シーケンスC (sequence C)と称する。

【0025】

前記インターリーブされた符号シンボル $Sb_i_Y_0'$ 及び $Sb_i_Y_1'$ を多重化する理由は、M個の連続的なシンボルが前記シーケンスCの前半または後半に関係なく前記シーケンスCにおいて穿孔される時、Mが偶数である場合のみに、 $Sb_i_Y_0'$ における穿孔されたシンボルの数が $Sb_i_Y_1'$ における穿孔されたシンボルの数と同一になるからである。つまり、Mが奇数である場合、 $Sb_i_Y_0'$ における穿孔されたシンボルの数と $Sb_i_Y_1'$ における穿孔されたシンボルの数の差がただ1の分だけ存在する。前記多重化は、穿孔されたパリティシンボル Y_0' の数と穿孔されたパリティシンボル Y_1' の数が同一であるという前記QCTCの特徴を常に満足する。

30

【0026】

前記シンボル結合器(Sequence Concatenation)207は、第1、第2、及びサブグループのシーケンスA、シーケンスB、及びシーケンスCを順次、結合し、シンボルシーケンス[A : B : C]を生成する。

【数8】

(式8)

$$[A:B:C]=[Sh_i_X(1), Sh_i_X(2), Sh_i_X(3),...]/[Sb_i_Y_0'(1), Sb_i_Y_1'(1), Sb_i_Y_0'(2), Sb_i_Y_1'(2),...]/[Sb_i_Y_0'(1), Sb_i_Y_1'(1), Sb_i_Y_0'(2), Sb_i_Y_1'(2),...]$$

40

【0027】

前記数式から分かるように、前記シーケンス[A : B : C]において、情報語シンボルが前の部分に位置され、続いて、パリティシンボル Y_0' 及び Y_1' が交代に位置され、次に、パリティシンボル Y_0' 及び Y_1' が交代に位置される。このシンボル配列は、QCTC生成において非常に重要な意味があり、以下、これに関して説明する。

式8の前記ターボ符号からの符号率を有するサブ符号を生成するためには、穿孔を遂行すべきである。前記穿孔は、“QCTC”として定義される。前記QCTCは、下記のように

50

な特性を有する。

【 0 0 2 8 】

(1) 情報語シンボルは他の全ての符号語シンボルより優先的に伝送される。前記サブ符号の符号率が“1”に近づくほど、この特性はより大切になる。

(2) それぞれの構成符号器(第1構成符号器及び第2構成符号器)から出力されるパリティシンボルの数が同一になるか、それともそれぞれのパリティシンボルの数の差が最小になるように、穿孔パターンを設定する。

【 0 0 2 9 】

(3) 第1構成符号器の符号率が常に1より小さくなるように、パリティシンボル Y_0 、 Y_0' の穿孔シンボルの個数を決定する。つまり、少なくとも1つのパリティシンボル Y_0 、 Y_0' の穿孔が存在する場合、ターボ符号の性能が保障される。

(4) 穿孔によって発生されるQCTCの穿孔シンボル間の距離が均一である。

(5) QCTCを結合することによって構成されるターボ符号は、準補完符号(Quasi Complementary Code)性質を満足する。

【 0 0 3 0 】

サブ符号の符号率を有するQCTCは、前記シンボルシーケンス[A : B : C]の終端から必要な分だけのシンボルを穿孔または削除することによって生成され、前述した5つの性質を満足する。つまり、前記シンボルシーケンス[A : B : C]において必要な分だけのシンボルをシンボルシーケンス反復器(symbol sequence repeater) 208及びシンボル穿孔器(symbol puncturer) 209において反復及び穿孔することによって、所望するQCTCのサブ符号を生成する。前記シンボルシーケンス反復器208は、前記シンボル結合器207から受信されたシンボルシーケンスを所定の方式によって反復する。前記反復方法は、前記サブ符号の符号率によって決定される。前記シンボル穿孔器209は、前記シンボルシーケンス反復器208から受信された前記シンボルシーケンスにおいて最後のシンボルから開始して所定の個数のシンボルを穿孔または削除し、それによって、前記QCTC符号のサブ符号を生成する。前記穿孔されるシンボルの数は、前記サブ符号の符号率によって決定される。従って、シーケンス反復及びシンボル穿孔を遂行するためには、前記シンボルシーケンス反復器208及びシンボル穿孔器209に前記サブ符号の符号率が提供されるべきである。一方、上位制御器(図示せず)が母符号率及びサブ符号の符号率によって反復されるシンボルの数及び穿孔されるシンボルの数を計算し、この情報を前記シンボルシーケンス反復器208及びシンボル穿孔器209に提供することができる。

【 0 0 3 1 】

言い換えると、前記シンボル穿孔器209は、前記シンボルシーケンス反復器208から受信された前記シンボルシーケンスにおける所定のシンボル位置からカウントされた所定の数のシンボルを選択し、それによって、前記QCTCのサブ符号を生成する。前記所定のシンボル位置は、以前の伝送の間に選択された最後の次のシンボルである。従って、前記シンボル穿孔器209は、“シンボル選択器(symbol selector)”と称することもできる。

【 0 0 3 2 】

図2に示す前記インターリーバ203、213、223、233、243、多重化器205、215、及びシンボル結合器207は、図1に示すチャンネルインターリーバ102に対応し、前記シンボルシーケンス反復器208及び前記シンボル穿孔器209は、前記QCTC生成器103に対応する。

図1を再び参照すると、母符号率 $R = 1/5$ であり、入力情報語シンボルの数が2072であると仮定すると、チャンネル符号器101は15360個の符号語シンボルを出力する。異なる符号率(または、伝送率)を有するQCTCを生成に関して説明すると、例えば、前記符号シンボルから、第1QCTC(C_{0j})は307.2 kbpsで、第2前記QCTC(C_{2j})は614.4 kbpsで、第3前記QCTC(C_{3j})は1288.8 kbpsで生成される。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

前述したように、前記 1 5 3 6 0 個の符号語シンボルが 5 つのサブグループに分離されインターリーブされ、< 数 8 > のシンボルシーケンスのように再整列される。次に、前記 1 5 3 6 0 個の符号語シンボルが所定の規則によって反復され、所定のサブ符号の符号率によって穿孔(または、削除)される。従って、所望するサブ符号が生成される。

【 0 0 3 4 】

伝送率 3 0 7 . 2 k b p s に対して、前記第 1 前記 Q C T C (C _{0j}) のサブ符号が 2 1 5 0 4 ビットの長さを有する場合、第 1 サブ符号 C ₀₀ は、前記インターリーブされてから反復されたシンボルシーケンスから最初の 2 1 5 0 4 シンボルを選択することによって生成される。第 2 サブ符号 C ₀₁ は、前記反復されたシンボルシーケンスから前記第 1 サブ符号 C ₀₀ の後のシンボルで開始する 2 1 5 0 4 個のシンボルを選択することによって生成される。第 3 サブ符号 C ₀₂ は、その後の 2 1 5 0 4 個のシンボルを選択することによって生成される。

10

【 0 0 3 5 】

同様に、伝送率 6 1 4 . 4 k b p s に対して、前記第 2 Q C T C (C _{1j}) のサブ符号が 1 0 7 5 2 ビットの長さを有する場合、第 1 サブ符号 C ₁₀ は、前記インターリーブされたシンボルシーケンスから最初の 1 0 7 5 2 シンボルを選択することによって生成される。言い換えると、前記第 1 サブ符号 C ₁₀ は、前記インターリーブされたシンボルシーケンスにおいて最初の 1 0 7 5 2 シンボルに続く全ての次のシンボルを削除することによって生成される。前記削除動作は、前述したシンボル穿孔器 2 0 9 において遂行される。前記第 2 サブ符号 C ₁₁ は、前記インターリーブされて反復されたシンボルシーケンスから前記第 1 サブ符号 C ₁₀ の後のシンボルで開始する 1 0 7 5 2 シンボルを選択することによって生成される。第 3 サブ符号 C ₁₂ は、その後の 1 0 7 5 2 シンボルを選択することによって生成される。

20

【 0 0 3 6 】

同様に、1 2 2 8 . 8 k b p s に対して、第 3 Q C T C (C _{2j}) のサブ符号が 5 3 7 6 ビットの長さを有する場合、第 1 サブ符号 C ₂₀ は、前記インターリーブされたシンボルシーケンスから最初の 5 3 7 6 シンボルを選択することによって生成される。第 2 サブ符号 C ₂₁ は、前記インターリーブされたシーケンスから前記第 1 サブ符号 C ₂₀ の後のシンボルで開始する 5 3 7 6 シンボルを選択することによって生成される。前記第 3 サブ符号 C ₂₂ は、その後の 5 3 7 6 シンボルを選択することによって生成される。このように、前記 1 2 2 8 . 8 k b p s に対する前記 Q C T C のサブ符号が生成される。

30

【 0 0 3 7 】

システムは、各 Q C T C に対して以前に伝送されたサブ符号の最後のシンボルの位置に関する情報を貯蔵する。再伝送のための伝送率(または、符号率)が決定される時、前記システムは、前記伝送率に対する Q C T C を選択し、前記選択された Q C T C に対して前記貯蔵された最後のシンボルの次の所定の数のシンボルを前記伝送率によって選択することによってサブ符号を生成する。前記選択されるシンボルが 1 つのインターリーブされたシンボルブロックを超過する場合、残りのシンボルは、その後のブロックから選択される。このように、インターリーブされたシンボルのブロックを反復することによってサブ符号を生成し、そのためには、前記反復されたブロックを貯蔵するための貯蔵領域が必要である。

40

【 0 0 3 8 】

他の例として、前記インターリーブされたシンボルを回転形バッファメモリ(circular buffer memory)に貯蔵し、シンボルを循環方式によって選択してサブ符号を生成する。つまり、前記インターリーブされたシンボルが全て選択される場合、前記インターリーブされたシンボルの 1 番目のシンボルで開始する所定の個数のシンボルが選択される。この場合、前記回転形バッファメモリが前記シンボルシーケンス反復器 2 0 8 として機能するので、前記シンボルシーケンス反復器 2 0 8 は除去されることができる。

前述した本発明の実施形態は、2 次元 Q C T C に関する。前記 2 次元 Q C T C 方式において、各符号率に対する Q C T C を独立的に生成し、前記 Q C T C のサブ符号を順次、伝送

50

する。しかしながら、前記 2 次元 Q C T C は、下記のような問題点がある。

【 0 0 3 9 】

図 2 に示すように、前記 1 番目の Q C T C (C_{0j}) の 1 番目のサブ符号 C_{00} を初期伝送のために使用し、2 番目の Q C T C (C_{1j}) の 1 番目のサブ符号 C_{10} を次の伝送のために使用し、3 番目の Q C T C (C_{2j}) の 1 番目のサブ符号 C_{20} を 3 番目の伝送のために使用すると仮定する。そうすると、受信器は、前記 3 つのサブ符号 C_{00} 、 C_{10} 、 C_{20} を結合してデータを復号化する。しかしながら、この場合、前記符号結合は、 $1/5$ 符号率を有する元の符号を復旧することができず、ただ情報語シンボルのシンボルエネルギーを増加させるので、符号化性能が低減する。これは、前記サブ符号の伝送順序、つまり、前記サブ符号の選択に問題があることを意味する。前記問題を解決するために、適応形 Q C T C (adaptive QCTC) が提案された。前記適応形 Q C T C 方式において、選択される符号シンボルの数は、サブ符号の符号率によって決定され、前記サブ符号は、以前の伝送のために使用された最後のシンボルに続くシンボルで開始する前記決定された個数のシンボルを選択することによって生成される。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 は、本発明の他の実施形態による Q C T C 生成装置のブロック図である。図 3 の構成は、シンボルシーケンス反復器及びシンボル穿孔器の動作方式を除いて、図 2 の構成と同一である。従って、以下の説明は、シンボルシーケンス反復器 3 0 8 及びシンボル穿孔器 3 0 9 を主に説明する。

【 0 0 4 1 】

前記シンボルシーケンス反復器 (symbol sequence repeater) 3 0 8 は、シンボル結合器 (symbol concatenator) 3 0 7 から受信されたシンボルシーケンスを所定の方式によって反復する。前記反復は、前記シンボルシーケンス反復器 3 0 8 において所定のパラメータによって遂行されるか、上位制御器 (図示せず) の制御化で遂行されるか、または、前記シンボル列結合器 3 0 7 の要求 (制御) によって遂行されることもできる。前記過程は、図 2 における説明と同一に具現される。次に、前記シンボル穿孔器 3 0 9 は、前記シンボルシーケンス反復器から受信されたシンボルを図 2 に示す規則とは異なる規則によって穿孔してサブ符号を生成する。前記穿孔規則は、下記のようなものである。

20

【 0 0 4 2 】

任意の時点 k で伝送が開始すると仮定し、時点 $(k + h)$ で伝送されるサブ符号を $C_{ij}(k + h)$ として表現し、 $R = 1/5$ を有する母符号の符号シンボルを $C_m(0)$ 、 $C_m(1)$ 、 \dots 、 $C_m(N - 1)$ と定義する。前記符号シンボルの数 N は、前記母符号率が $1/5$ であるので、 $L_INF \times 5$ として定義される。ここで、前記 L_INF は、サブブロックインターリーブのサイズ、または、情報シンボルのサイズを示す。

30

【 0 0 4 3 】

段階 1 . 初期サブ符号の長さの決定

初期伝送の時は、使用できる Q C T C の 1 番目のサブ符号 C_{00} 、 C_{10} 、 C_{20} のうち 1 つである C_{i0} を所定の符号率によって選択し、前記選択されたサブ符号 C_{i0} の長さを可変の L_SC として貯蔵する。前記サブ符号の符号率または L_SC は、伝送チャネル状況及び入力データレートを含むチャネル環境によってシステムにおいて前もって決定される。この説明は、本発明の理解を容易にするために、図 3 に示す 3 つの Q C T C に限って説明するが、サブ符号の数は、同一の値に限定されることではない。

40

【 0 0 4 4 】

段階 2 . 初期伝送するサブ符号の選択及び伝送

伝送されるサブ符号の長さを決定した後、前記母符号の符号シンボルのうち $C_m(0)$ 、 $C_m(1)$ 、 \dots 、 $C_m(L_SC - 1)$ を選択する。 L_SC が N より大きい場合、 $C_m(0)$ 、 $C_m(1)$ 、 \dots 、 $C_m(N)$ を P 回伝送した後、 $C_m(0)$ 、 $C_m(1)$ 、 \dots 、 $C_m(q - 1)$ を伝送する。ここで、 P は、 L_SC / N の分け前であり、 q は、余りである。それぞれ、 P 及び q は、 $L_SC \bmod N$ によって計算される。次に、変数 q は、以前に伝送されたサブ符号の最後のシンボルの位置 (インターリーブされたシンボルのブロックを基準にする時) を検

50

出す時に使用するために、次の伝送のために貯蔵される。

【0045】

段階3．次の伝送のサブ符号の開始位置及び前記サブ符号の長さの決定

次の伝送の時に、伝送される新しいサブ符号の伝送率 R_{SC} は、伝送チャネル状況によって決定され、前記サブ符号の長さ L_{SC} は、前記決定された符号率によって決定される。前記長さ L_{SC} 及び前記符号率 R_{SC} は、式9のような関係を有する。

【数9】

(式9)

$$L_{SC} = L_{INF} \times (1/R_{SC}) \dots$$

10

上位階層システムは、各伝送に対して、前記サブ符号 L_{SC} 及び前記サブ符号符号率 R_{SC} を前記シンボル穿孔器308に伝送する。

【0046】

段階4．次の伝送のサブ符号の選択及び伝送

伝送されるサブ符号の長さ L_{SC} を決定した後、前記母符号の符号シンボルのうち $C_m(q)$, $C_m(q+1)$, ..., $C_m(q+L_{SC}-1)$ を選択する。つまり、以前の伝送の時に選択された最後のシンボルの次のシンボルで開始して前記母符号シンボルから前記サブ符号の長さの分だけのシンボルを選択する。 $q+L_{SC}$ が N より大きい場合、 $C_m(q)$ から N 個の符号語シンボルから構成される列を P 回反復して選択し、残りの q' 個の符号シンボルを順次、伝送する。ここで、 P は、 $(L_{SC})/N$ の分け前であり、 q' は、余りである。前記 q' は、 $(q+L_{SC}) \bmod N$ によって計算される。それから、次の伝送のために最後に選択されたシンボルの位置の次のシンボル位置値を前記 q に貯蔵する。前記変数 q は、最後に伝送されたサブ符号から構成されるシンボルのうち最後のシンボル位置の次のシンボル位置である。前記生成されたサブ符号を伝送した後、前記段階3に戻る。

20

30

【0047】

適応形 QCTC の伝送は、図3において具体的な例を示す。図3を参照すると、ケース1において、符号率 $1/7$ の低符号率の符号 (Low rate code) が初期に伝送され、ケース2において、符号率 $4/7$ の高符号率の符号 (high rate code) が初期に伝送される。前記ケースから分かるように、 N 個 (= 15360) の連続する母符号語シンボルは反復され、伝送されるサブ符号の長さ (または、サブ符号の符号率) に対応するサイズの符号シンボルが前記反復された母符号シンボルから伝送ごとに順次、選択される。

【0048】

実際の具現において、 $(P-1)$ 回反復された母符号を貯蔵するためのバッファを使用せず、1つの回転形バッファメモリを N 個の符号語シンボルを貯蔵するために使用し、符号シンボルを反復的に伝送することによって、所望する長さのサブ符号を生成する。つまり、前記回転形バッファメモリを使用することによって、シーケンス反復動作を除去することができる。さらに、受信用バッファは、 N 個の軟性メトリック (Soft Metric) を貯蔵することができる限り、受信器に使用できる。

40

【0049】

次に、前述した伝送方式によって伝達されるデータを受信する方法及び図3のそれぞれの機能ブロックの具現する方法に関して説明する。

図4は、図1の送信器によって伝送されるデータを受信するための受信器の構造を示す。図4を参照すると、前記送信器によってそれぞれ関連した伝送率によって伝送されたデータ信号401、402、及び403は、前記QCTCのサブ符号 C_{ij} である。前記受信さ

50

れたデータ信号401、402、及び403は、QCTC処理器(QCTC depuncturing/combining)411に提供される。QCTC処理器411は、前記QCTCの性質によって前記サブ符号から元の符号率Rを有するターボ符号に前記受信された信号を転換するために、前記受信された信号に対して逆穿孔(Depuncturing)を遂行し、さらに、前記受信されたサブ符号に対して軟性結合を遂行する。前記逆穿孔は、前記穿孔されたシンボルの位置にイレーザシンボル(Erasure symbol)を挿入する過程である。前記受信されたサブ符号の軟性結合のためにチェースコンバイン(Chase Combining)を使用することができる。前記QCTCの性質において説明したように、前記受信器は、前記送信器から伝送される前記サブ符号 C_{ij} を軟性結合して、符号率Rを有する符号シンボルを生成する。

【0050】

ここで、前記送信器は $R = 1/5$ の例として説明したので、前記受信器も符号率 $R = 1/5$ の例として説明する。前記受信されたサブ符号 C_{ij} は、前記 C_{ij} 伝送規則によって前記受信器によって同一に再整列され軟性結合される。以下、この過程を具体的に説明する。さらに、前記軟性結合は受信されたシンボル当たりのビット数によって異なるメトリック品質(Metric quality)を有するので、本発明においては、硬性結合(Hard combining)も1ビットの解像度を有する軟性結合としてみなす。実質的に、前記硬性結合によっては性能があまり改善されないので、ここでは、軟性結合に関して説明する。これに関する具体的な説明は、前記受信器のそれぞれの機能ブロックの説明とともに提供される。

【0051】

前記QCTC処理器411は、逆穿孔及び軟性結合によって前記符号器によって生成されるN個の軟性結合された符号語シンボルを生成して、これらをチャネルデインターリーブングブロック(channel deinterleaving block)421に伝送する。前記軟性結合された符号語シンボルは、複数のビットまたは実数によって表現され、ここで、Nは、前記送信器において使用された符号器から出力される符号語シンボルの数である。前記チャネルデインターリーブングブロック421は、前記QCTC処理器411から受信された前記軟性結合された符号語シンボルをチャネルデインターリーブし、N個のデインターリーブされ軟性結合された符号語シンボルをチャネル復号器(channel decoder)431に伝送する。前記チャネル復号器431は、前記N個のデインターリーブされ軟性結合された符号語シンボルを復号し、 $N \times R$ 個の情報シンボルを出力する。ここで、Rは、前記送信器において使用された符号器の符号率である。

【0052】

図5は、本発明の実施形態による受信器において前記受信された信号を処理するための過程の機能ブロック図である。図5を参照して、それぞれの機能ブロックの構成及び動作を説明する。

図5を参照すると、受信サブ符号バッファ(Buffering of the received sub code C_{ij})501は、前記送信器から受信されるサブ符号 C_{ij} を貯蔵する。前記バッファのサイズは、前記符号語シンボルの数Nによって決定され、1つの受信シンボル当たりQビットが使用される場合、 $Q \times N$ ビットのメモリが前記受信サブ符号バッファ501のために使用される。さらに、毎瞬間に受信されるサブ符号の種類及び $R = 1/5$ 符号語のサブ符号の伝送開始点に関する情報は、前記サブ符号とともに伝送される制御チャネルまたは制御メッセージを通して前記受信器によって確認されることができる。前記受信サブ符号バッファ501に前記情報を前もって伝達することによって、前記受信シンボルは前記サブ符号に関連して貯蔵される。前記受信シンボルをN個の貯蔵空間を有するバッファに貯蔵する方式は、図7を参照して詳細に説明する。

【0053】

シーケンス結合/シンボル結合器(Sequence Combining/Symbol Combining of the received Sub codes with puncturing)502は、前記受信過程が進行されると同時に、前記送信器のシンボル反復器308及びシンボル穿孔器309によって遂行されるシーケンス反復及びシンボル穿孔の逆過程を遂行する。つまり、前記受信サブ符号バッファ501は、以前に受信されたシンボルと現在チャネルから受信された受信シンボルを軟性結合する。

10

20

30

40

50

それぞれのサブ符号及び受信符号シンボルの数がNより小さい場合、これは、前記送信器が穿孔を使用したことを意味する。この場合、前記受信サブ符号バッファ501は、符号語シンボルの対応する位置にイレーザシンボル(Erasur symbols)を挿入して軟性結合する。チェースコンバイン(Chase Combining)がシーケンス結合のために使用される場合、前記受信サブ符号 バッファ501は、以前に受信されたシンボルの符号語及び現在チャネルから受信された受信シンボルの符号語に異なる加重値を適用して、これを軟性結合する。つまり、前記受信サブ符号バッファ501に貯蔵された前記以前に受信されたシンボルの符号語の加重値を w_1 で表し、現在チャネルから受信されたシンボルの符号語の加重値を w_2 で表すと仮定する場合、結合のためにそれぞれの軟性メトリックに前記加重値 w_1 及び w_2 を提供する。前記加重値は、前記受信器にあるチャネル推定器(Channel Estimator)によって与えられる。前記シーケンス(または、符号語)軟性結合方式であるチェースアルゴリズム(Chase algorithm)は周知の技術であるので、具体的な説明は省略する。最終的に、前記シーケンス結合/シンボル結合器(Sequence Combining/Symbol Combining of the received Sub codes with puncturing)502は、N個の符号語シンボルに対する軟性メトリックを生成して、符号語分割器(Codeword De-concatenation or Separation into (A:B:C))503に伝送する。図5において、N個の符号語シンボルに対する軟性メトリックを便宜のために'D'で表す。

【0054】

前記符号語分割器503は、前記N個の軟性結合された符号語シンボルに対する軟性メトリックを情報語シンボルX、1番目のパリティシンボル Y_0 及び Y_1 、及び2番目のパリティシンボル Y_0' 及び Y_1' に分割する。逆多重化器(demultiplexer)M1(515)及びM2(523)は、前記1番目のパリティシンボル Y_0 、 Y_1 及び2番目のパリティシンボル Y_0' 、 Y_1' をそれぞれ逆多重化することによって、情報語シンボルX、多重化された1番目のパリティシンボル部分 Y_0 、 Y_0' 、及び逆多重化された2番目のパリティシンボル Y_1 、 Y_1' として再整列する。この動作は、順次、または同時に遂行することができる。次に、前記情報語シンボルX、多重化された1番目のパリティシンボル Y_0 、 Y_0' 、及び逆多重化された2番目のパリティシンボル Y_1 、 Y_1' は、さらに5個の符号語シンボルの列であるX、 Y_0 、 Y_0' 、 Y_1 、 Y_1' に分離され、それぞれサブブロックデインターリーピングブロック506、516、526、536、546に伝送される。

【0055】

前記サブブロックデインターリーピングブロック(Sub block Deinterleaving block)は、 $N * R = 5$ (ここで、 $R = 1 / 5$)個の符号語シンボル列X、 Y_0 、 Y_0' 、 Y_1 、 Y_1' に対して、前記送信器において遂行されるサブブロックインターリーピングの逆過程を遂行する。前記サブブロックデインターリーピングは、1つのサブブロックデインターリーピングによって5個の符号語シンボルをデインターリーピングすることができるように設計することもでき、または、前記符号語シンボルの数の分だけのデインターリーバによって前記符号語シンボルを独立的にデインターリーピングすることができるように設定することもできる。本発明の説明は、特定のサブブロックインターリーピングの具現に限定されていないが、一般的に前記送信器において使用されるサブブロックインターリーピングの逆過程を前記受信器のサブブロックデインターリーピングによって遂行されると仮定して説明する。

【0056】

前記5つの結合/デインターリーブされたシンボル507、517、527、537、547は多重化され、ここで、前記送信器において逆多重化器302によって遂行される逆過程によって再結合される。最終的に、復号器509は、前記サブブロックデインターリーピングから伝達されるN個の符号語シンボルに対する軟性メトリックを復号し、送信された情報語シンボル、つまり、符号化したパケットを出力する。

【0057】

前記受信器においてそれぞれの機能ブロックによって遂行される過程を、図6に示す。図6に示すように、現在まで前記送信器によって伝送されたサブ符号が C_{00} 、 C_{10} 、 C_{20} 、

10

20

30

40

50

C_{21} であると仮定する。つまり、 C_{00} は、21504符号語シンボルを有するサブ符号であり、 C_{10} は、10752符号語シンボルを有するサブ符号であり、 C_{20} 及び C_{21} は、それぞれ5376符号語シンボルを有するサブ符号である。従って、現在まで、前記受信器は、総4個のサブ符号を受信し、これは、全て1つの3072ビットの情報語ブロックであるエンコーディングパケット(Encoded Packet)によって異なるサブ符号の符号率を有するサブ符号として伝送される。従って、前記受信器は、前述した方式によって前記サブ符号を軟性結合することによってN個の符号語に対する軟性メトリックを生成すべきである。従って、前記受信器は、図6に示すように、 $R = 1/5$ の符号語の15360(=3072×5)個の符号語シンボルの位置が各サブ符号の符号語シンボルの位置と一致するように前記4個のサブ符号を軟性結合する。さらに、図6に示すようにサブ符号長21504を有する C_{00} がN(つまり、15360)より大きいので、前記受信器は、前記シーケンス反復方式のように15360個のシンボルを整理した後、残りの6144(=21504-15360)個の符号語シンボルを再び前から順に整理し、前記整理された符号語シンボルを軟性結合する。同様に、 C_{10} は、前述した伝送方式によって前記送信器によって C_{00} に続いて伝送されるので、前記受信器において C_{00} の最後の部分に続いて貯蔵されてから軟性結合される。同様に、 C_{20} 及び C_{21} も、前述した伝送方式によって前記送信器によって前記 C_{10} に続いて伝送されているので、前記受信器において C_{10} の最後の部分に続いて貯蔵されてから軟性結合される。

【0058】

この動作は、図7を参照してより具体的に説明する。図7に示すように、前期受信器は、N個のバッファまたは $N \times Q$ ビットバッファを使用して回転形バッファを具現することができ、または、固定したサイズのバッファを使用し、回転形アドレスが発生するようにバッファアドレス発生器を設計することができる。さらに、図7に示すように、前記 C_{00} は、開始アドレスである $addr: 00$ から始めてN個のシンボルを貯蔵し、その後、6144(=21504-15360)個のシンボルをバッファに貯蔵する。この時は、前記N個のシンボルを貯蔵した後にシンボルを貯蔵する段階であるので、前記シンボルは、前述した方式によって以前に貯蔵されたシンボルと軟性結合される。ここで、軟性結合の一部が完了したアドレスを $addr_A$ とする。そうすると、次に前記 C_{10} が同一に受信されると、前記 $addr_A$ から10752ビットの分だけ進行して前記バッファに前記受信シンボルを貯蔵する。この時も、N個のシンボルを貯蔵した後のシンボルを貯蔵する段階であるので、前記シンボルは、前述した方式によって以前に貯蔵されたシンボルと軟性結合される。この時、軟性結合の一部が完了したアドレスを $addr_B$ とする。そうすると、次に C_{20} が受信される場合、前記 $addr_B$ から5376ビットの分だけ進行して前記バッファに受信シンボルを貯蔵する。ここで、軟性結合の位置部が完了したアドレスを $addr_C$ とする。そうすると、次に C_{21} が受信される場合、前記 $addr_C$ から5376ビットの分だけ進行して前記バッファに受信シンボルを貯蔵する。この時、軟性結合の一部が完了したアドレスを $addr_D$ と称する。そうすると、前記送信器は、前述した方式によって1つのエンコーディングパケットによって伝送されるサブ符号に対して継続して軟性結合を遂行し、この過程が完了すると、総N個の符号語シンボルに対する軟性メトリックを生成する。この方式は、前記送信器において前記QCTCのサブ符号生成方式を具現する方式としてみなされる。つまり、前述した内容を再び記述すると、初期サブ符号の長さを決定する段階1、初期に伝送されるサブ符号を決定及び伝送する段階2、次に伝送される符号シンボルの位置決定及び伝送長さを決定する段階3、及び次に伝送されるサブ符号を決定及び伝送する段階4の過程を含む。従って、前記受信器は、前記回転形バッファリング方式によって前記送信器によって伝送された前記サブ符号の種類に関する情報によって前記サブ符号を $R = 1/5$ の符号語に対応させて軟性結合することができる。

【0059】

図6を参照すると、前記符号語分割器は、N個の軟性結合された符号語シンボルに対する軟性メトリックを情報語シンボル X 、1番目のパリティシンボル Y_0 及び Y_1 、2番目のパリティシンボル Y_0' 及び Y_1' に分割する。それから、前記逆多重化器 $M1(515)$ 及び M

10

20

30

40

50

2 (5 2 5) は、それぞれ 1 番目のパリティシンボル Y_0 、 Y_1 及び 2 番目のパリティシンボル Y_0' 、 Y_1' を逆多重化することで、情報語シンボル X 、逆多重化された 1 番目のパリティシンボル Y_0 、 Y_0' 、及び逆多重化された 2 番目のパリティシンボル Y_1 、 Y_1' に再整理する。この動作は、順次、または同時に遂行されることができる。次に、情報語シンボル X 、逆多重化された 1 番目のパリティシンボル Y_0 、 Y_0' 、及び逆多重化された 2 番目のパリティシンボル Y_1 、 Y_1' は、5 個の符号語シンボルの列 X 、 Y_0 、 Y_0' 、 Y_1 、 Y_1' に分離され、それぞれサブブロックデインターリービングブロック 5 0 6、5 1 6、5 2 6、5 3 6、5 4 6 に伝送される。

【0060】

前記サブブロックデインターリービングブロック (Sub block Deinterleaving block) は、
 $N * R = 5$ 個の符号語シンボル列 X 、 Y_0 、 Y_0' 、 Y_1 、 Y_1' に対して、前記送信器において遂行されるサブブロックインターリービングの逆過程を遂行する。前記サブブロックデインターリービングは、1 つのサブブロックデインターリービングによって 5 個の符号語シンボルをデインターリービングすることができるように設計されることもでき、または、前記符号語シンボルの数の分だけのデインターリーバによって前記符号語シンボルを独立的にデインターリービングすることができるように設定することもできる。本発明の説明は、特定のサブブロックインターリービングの具現に限定されていないが、一般的に前記送信器において使用されるサブブロックインターリービングの逆過程を前記受信器のサブブロックデインターリービングが遂行すると仮定して説明する。

【0061】

最終的に、前記復号器は、前記サブブロックデインターリービングブロックから伝達される N 個の符号語シンボルに対する軟性メトリックを復号し、送信された情報語シンボル、つまり、エンコーディングパケット (Encoded packet) を出力する。

前述の如く、本発明の詳細な説明では具体的な実施形態を参照して詳細に説明してきたが、本発明の範囲は前記実施形態によって限られるべきではなく、本発明の範囲内で様々な変形が可能であるということは、当該技術分野における通常の知識を持つ者には明らかである。

【0062】

【発明の効果】

前述してきたように、本発明による通信システムは、補完ターボ符号及び準補完ターボ符号を生成することができる。前記通信システムは、前記補完ターボ符号を A R Q 方式に適用して伝送効率 (throughput) を非常に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態による Q C T C 符号生成装置の構造図である。

【図 2】 本発明の実施形態による準補完ターボ符号生成のための過程を示す図である。

【図 3】 本発明の実施形態による準補完ターボ符号のサブ符号を選択する方法を示す図である。

【図 4】 本発明の実施形態によって図 1 に示す送信器によって伝送されるデータを受信するための受信器の構成図である。

【図 5】 本発明の実施形態による受信器において受信された信号を処理するための過程の機能ブロック図である。

【図 6】 本発明の実施形態による受信器において受信されたデータを処理するための過程を示す図である。

【図 7】 本発明の実施形態による受信器において受信されたデータを分割して貯蔵し、前記データを復号する過程を示す図である。

【符号の説明】

1 0 1, 2 0 1 ... 符号器

1 0 2 ... インターリーバ

1 0 3 ... Q C T C 生成器 2 0 2 ... 逆多重化器

2 0 4, 2 1 4, 2 2 4, 2 3 4 ... サブブロックインターリーバ

10

20

30

40

50

- 2 0 4 ... 第 1 インターリーバ
- 2 0 5 ... 第 1 多重化器
- 2 0 7 , 3 0 7 ... シンボル結合器
- 2 0 8 , 3 0 8 ... シンボルシーケンス反復器
- 2 0 9 , 3 0 9 ... シンボル穿孔器
- 2 1 5 ... 第 2 多重化器
- 3 0 2 ... 逆多重化器
- 4 0 1 , 4 0 2 , 4 0 3 ... データ信号
- 4 1 1 ... Q C T C 処理器
- 4 2 1 ... チャネルデインターリーピングブロック
- 4 3 1 ... チャネル復号器
- 5 0 1 ... 受信サブ符号バッファ
- 5 0 2 ... シーケンス結合 / シンボル結合器
- 5 0 3 ... 符号語分割器
- 5 0 6 , 5 1 6 , 5 2 6 , 5 3 6 , 5 4 6 ... サブブロックデインターリーピングブロック
- 5 0 7 , 5 1 7 , 5 2 7 , 5 3 7 , 5 4 7 ... シンボル
- 5 0 9 ... 復号器

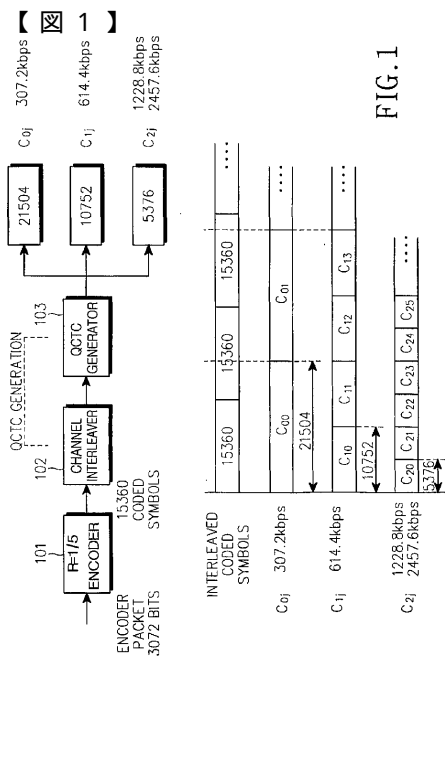


FIG. 1

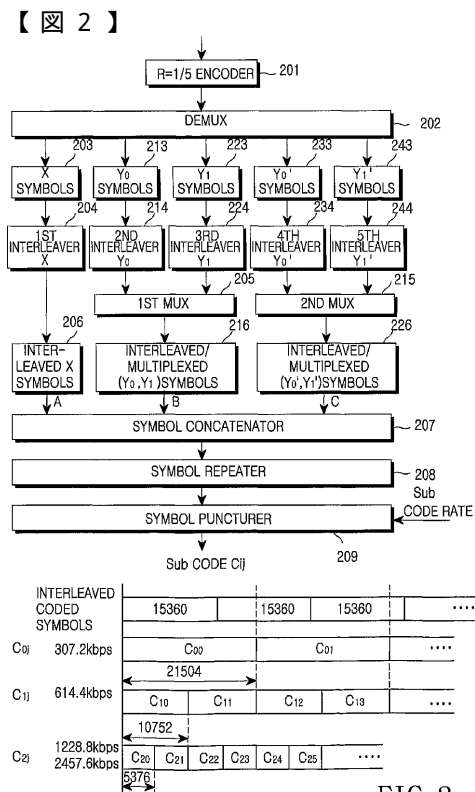


FIG. 2

【 図 3 】

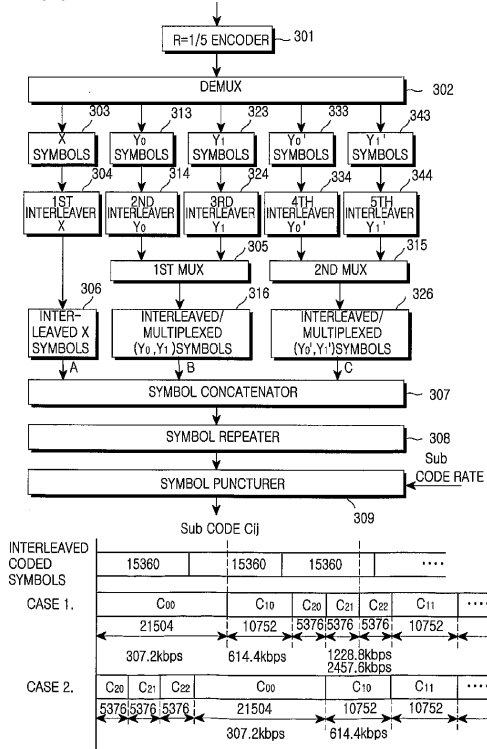


FIG. 3

【 図 4 】

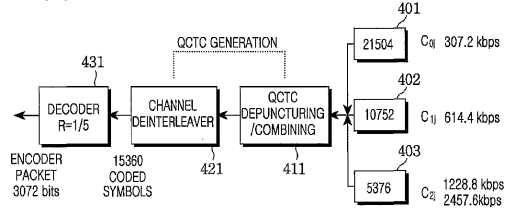


FIG. 4

【 図 5 】

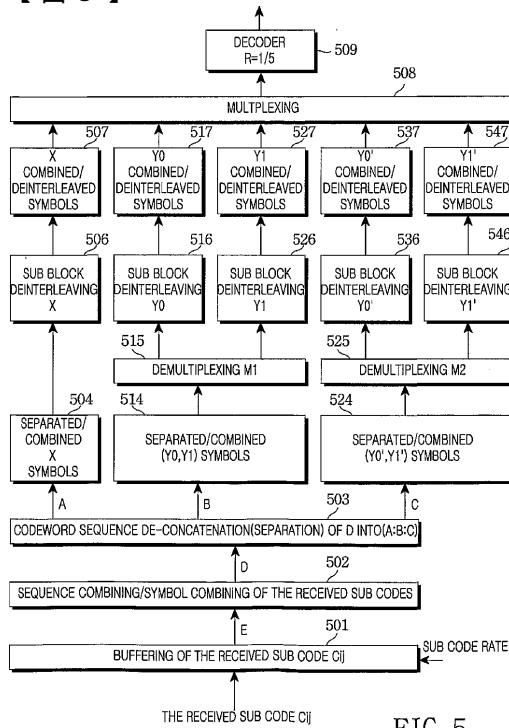


FIG. 5

【 図 6 】

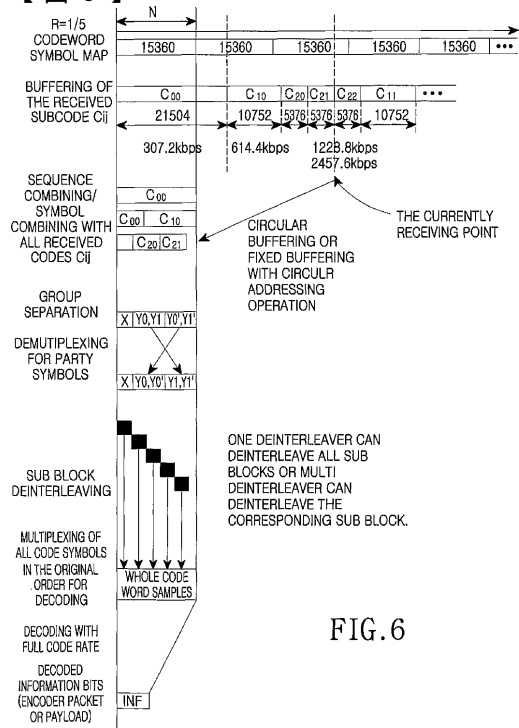


FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 ミン・ゴウ・キム
大韓民国・442-470・キョンギ-ド・スウォン-シ・パルタル-グ・ヨントン-ドン・97
3-3
- (72)発明者 チェ・スン・チャン
大韓民国・427-010・キョンギ-ド・クァチョン-シ・チュンガン-ドン・ジュゴン・アバ
ートメント・#1102-203
- (72)発明者 サン・ヒュク・ハ
大韓民国・442-470・キョンギ-ド・スウォン-シ・パルタル-グ・ヨントン-ドン・94
5-955

審査官 藤井 浩

- (56)参考文献 特表2004-512739(JP,A)
特表2004-512732(JP,A)
特表2004-512740(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H03M 13/00-13/53
H04L 1/00- 1/20