

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3987153号

(P3987153)

(45) 発行日 平成19年10月3日(2007.10.3)

(24) 登録日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>H03M 13/41</b>	<b>(2006.01)</b>	H03M 13/41	
<b>G06F 11/10</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 11/10	330N

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平9-85437	(73) 特許権者	596092698
(22) 出願日	平成9年4月4日(1997.4.4)		ルーセント テクノロジーズ インコーポ
(65) 公開番号	特開平10-75186		レーテッド
(43) 公開日	平成10年3月17日(1998.3.17)		アメリカ合衆国, 07974-0636
審査請求日	平成16年4月5日(2004.4.5)		ニュージャージー, マレイ ヒル, マウン
(31) 優先権主張番号	08/628073		テン アヴェニュー 600
(32) 優先日	平成8年4月4日(1996.4.4)	(74) 代理人	100064447
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 岡部 正夫
前置審査		(74) 代理人	100085176
			弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マンハッタンあるいはハミングメトリックスキームに基づくビタビデコードのための信号のデコード

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

2つ以上の異なる記数法のうちのいずれかで表現された情報を搬送する受信したデジタル信号をソフト判定ビデルビ・デコードにてデコードする方法であって、該デコードは、該デジタル信号を特定の記数法で表現することを要求するメトリックスキームに基づいて該受信したデジタル信号をデコードするものである、該方法において、

該デジタル信号を受信するステップと、

該デコードが要求する該特定の記数法に前記の受信したデジタル信号を変換するステップと、

デコードされた情報を提供するために、該変換された記数法で表現された情報を該デコードを通る単一の経路内でデコードするステップとを含み、

前記変換するステップにおける該特定の記数法は、該メトリックスキームがマンハッタンメトリックスキームであり、そして該受信したデジタル信号が符号付き二進法で表現されているとき、無符号二進法であり、そして

前記変換するステップにおける該特定の記数法は、該メトリックスキームがハミングメトリックスキームであり、そして該受信したデジタル信号が無符号二進法で表現されているとき、符号付き二進法である、デコードする方法。

## 【請求項 2】

前記の符号付き二進法が、符号付き補数法であることを特徴とする請求項 1 の方法。

## 【請求項 3】

10

20

前記の符号付き補数法が、2の補数であることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項4】

前記の符号付き補数法が、1の補数であることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項5】

ソフト判定ビタビデコーダが、その出力の所に、累積コスト差に等しいソフトシンボルを提供し、前記のデコードのステップが前記の累積コスト差を得るステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】

前記のデコードのステップが、前記の累積コスト差の符号付き補数を計算するステップを含むことを特徴とする請求項5の方法。

10

【請求項7】

前記のデコードのステップが、前記の累積コスト差の絶対値を得るステップおよび前記の累積コスト差の絶対値を無符号二進数に変換するステップを含むことを特徴とする請求項5の方法。

【請求項8】

複数の異なる記数法のうちの1つで表現された情報を搬送するデジタル信号をソフト判定ビテルビ・デコーダを使用してデコードする装置であって、該デコーダは、該デジタル信号を特定の記数法で表現することを要求するメトリックスキームに基づいて該デジタル信号をデコードするものである、該装置において、

該デジタル信号を受信する受信器と、

20

前記の受信されたデジタル信号を前記特定の記数法に変換する信号フォーマット変換機と、

該特定の記数法で表現された該変換されたデジタル信号の情報を該デコーダを通る単一の経路内でデコードして、デコードされた情報を提供するソフト判定ビテルビ・デコーダとを含み、

前記変換するステップにおける該特定の記数法は、該メトリックスキームがマンハッタンメトリックスキームであり、そして該受信したデジタル信号が符号付き二進法で表現されているとき、無符号二進法であり、そして

前記変換するステップにおける該特定の記数法は、該メトリックスキームがハミングメトリックスキームであり、そして該受信したデジタル信号が無符号二進法で表現されているとき、符号付き二進法である、デコードする装置。

30

【請求項9】

集積回路として製造されることを特徴とする請求項8の装置。

【請求項10】

前記のソフト判定ビタビデコーダが、その出力の所に、累積コスト差に等しいソフトシンボルを提供し、前記のソフト判定ビテルビ・デコーダが、前記の累積コスト差の絶対値を得るための手段を含むことを特徴とする請求項8の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、一般的には、特定のメトリック計算を採用するように設計されたビタビデコーダ（「ビテルビデコーダ」という。以下、同じ。）の、その入力の上に提供される、あるいは、その出力の上に要求される、通常はそのメトリックスキームとはコンパティブルでない記数法にて表現された信号との互換性に関する。より詳細には、マンハッタンメトリックスキームあるいはハミングメトリックスキームのいずれかを採用する複数のビテルビデコーダに対して使用される同値のソフトシンボルデコード信号を得るための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルシステムは、量子化されたデータを伝送する。二進法においては、量子化された

50

データは、0か1のいずれかによって表される。デジタル信号の伝送に際して、様々なソースからのノイズによって送信される信号が不正化され、この結果として、受信される信号が、送信された信号と、必ずしも、一致しなくなることがある。ノイズを補償し、検出をより正確にするために、通常、エラー訂正技法が使用される。

#### 【0003】

送信された信号の検出における精度を向上させるための一つの方法は、信号を、送信の前に、たたみこみ符号化する方法である。この方法においては、ソース信号を送信する代わりに、符号化された信号が送信される。たたみこみエンコーダは、各ソース信号のビットあるいはセットのビットに対して、二進論理計算に従って所定の数のビットを生成することによって、ソース信号に冗長を加える。エンコーダによって生成されるビットの数は、ソース信号からエンコーダに入力されるビットの数より多くなる。結果として、各ソース信号ビットを識別するための情報が、1ビット以上で送信されることとなる。こうして、受信機は、ソース信号ビットのみが送信された場合に提供される機会よりも、ソース信号ビットを正確に検出するためのより多くの機会を持つこととなる。たたみこみエンコーダの使用に関しては、Peyton Z. Peebles, Jr., Digital Communication System, pp.87-102 (Prentice Hall 1987)においてより詳細に説明されているのでこれを参照されたい。

#### 【0004】

エラー訂正技法においては、受信機内に、ビテルビアルゴリズムが、ビテルビデコーダとして使用される。ビテルビデコーダは、ある時点において受信される各信号に対して、ソース信号を表す有限数の状態が存在することを前提とする。各信号の受信とともに、ビテルビデコーダは、一つ前の時点において受信された信号を反映する有限数の可能な現在の状態から、有限数の可能な次の状態への遷移を追跡する。ソース信号が、送信の前に、最初に、たたみこみ符号化されている場合は、ビテルビデコーダは、その符号化スキームを使用して、現在の状態から次の状態への各遷移に対して、受信された信号の可能な表現を生成する。一般的に、受信された信号は、デコーダに、一つあるいは複数のビットからなるシンボルとして提供される。受信されるシンボルセットに対応するソース信号のサイズは、コード速度におおきく依存する。こうして、ソース信号の1ビットが2ビットとして送信される二分の一速度エンコーダの場合は、一つのシンボルセットは、2ビットから構成され、対応するソース信号は、1ビットから構成される。

#### 【0005】

こうして、セットの送信されるデジタル信号は、状態遷移の一つあるいは複数の可能なシーケンスとして表される。各遷移は、ブランチと呼ばれ、シーケンスのブランチによって経路が形成される。各ブランチは、送信されたデジタル信号の可能な表現を表すために、ある特定のブランチの、ビテルビ(デコーダ)によって生成された信号と、それと対応する時点において実際に受信された信号との間の差に等しいエラー値を計算および評価することが可能である。このエラーは、ブランチメトリックと呼ばれる。このブランチメトリックは、ある時点における特定の状態が、対応するソース信号を正確に表すか否かを決定するために使用される。各状態の精度は、その状態に至るまでのそれより前の時点の状態のシーケンスに依存するために、各状態に、あるエラー、つまり、その状態に至るまでのシーケンスのブランチメトリックの総和に等しい累積コスト値が関連づけられる。同様に、全てのデジタル信号が受信され、経路が完結した後に、各経路に、累積コストが関連づけられ、最小のエラーを持つ経路が、ソース信号ビットのシーケンスを表すものとして選択される。

#### 【0006】

ビテルビデコーダは、通常、受信機内において、2度、使用(実現)される。第一のビテルビデコーダは、受信された信号から送信された複数のビットを決定するために使用される。この第一のビテルビデコーダは、通常、等化器と呼ばれる。第二のビテルビデコーダは、ソース信号を送信されたビットから符号化スキームに基づいて決定するために使用される。第二のビテルビデコーダの性能の向上が、第一のビテルビデコーダを、ソフトシンボル出力を提供するソフト判定デコーダとした場合に見込まれる。前に説明のビテルビデ

10

20

30

40

50

コーダは、各受信されたシンボルセットを、1あるいは0のソースビット、つまり、ハードビットとして翻訳するが、一方、ソフト判定ビテルビデコーダは、これに加えて、このハードビットの信頼性の指標も得る。例えば、0.9の値を持つ受信された信号は、ハード1に量子化される可能性が高く、実際に、0.9が、1として送信された可能性も非常に高い。同様に、0.1の値は、ハード0として量子化される可能性が高く、ここでも、この量子化が、正しい可能性は高い。ただし、受信された信号が0.5の場合は、その信号が、0あるいは1として送信されたという信頼性のレベルは、非常に低い。

#### 【0007】

ソフトシンボル判定を得るための一つの方法が1995年12月付けでBlakerに付与され、本出願と譲受人を同一とする“Soft-Symbol Decoding”という名称の合衆国特許第5,471,500号において詳細に説明されているためにこれを参照されたい。この方法は、特定のブランチと関連するデコードされたハードビットを、そのブランチメトリックと連結するプロセスを含み、こうして結合された信号は、ソフトシンボルデコード信号と呼ばれる。ハードビットは、単に、可能な代替からの最良の選択を示し、一方、ブランチメトリックあるいは累積コスト差は、選択されたハードビットと、受信されたデジタル信号との間のエラーの程度を示す。ソフトシンボルは、従って、選択されたハードビットの信頼性の尺度を提供する。

#### 【0008】

ブランチメトリックを計算するための二つの一般的なメトリックスキームとして、“マンハッタン”メトリックスキームと、“ハミング”メトリックスキームがある。マンハッタンメトリックスキームにおいては、デジタル信号は、通常、無符号二進法によって表される。こうして、無符号二進法においては、論理0は、8桁を使用した場合、00000000として表現される。同様に、論理1は、11111111として表現される。あるブランチのブランチメトリックは、各受信されたデジタル信号と、ビテルビデコーダによって内部的に計算された、ブランチと対応するデジタル信号との間の差の絶対値を取ることによって計算される。マンハッタンブランチメトリックスキームの場合は、最小のエラーは、極値の、典型的には、最小の、ブランチメトリックによって示される。従って、マンハッタンブランチメトリック用に設計されたビテルビデコーダは、最尤経路として、全ての可能な経路のうちの、最小のコストを持つ経路を選択することとなる。

#### 【0009】

ハミングブランチメトリックスキームにおいては、デジタル信号は、通常、符号付き補数システムを使用して表現される。符号付き補数(システム)においては、数の符号は、最上位の桁によって示される。通常は、0は、正の値を示し、1は、負の値を示すが、ただし、この逆を使用することも可能である。残りの桁は、正しく補数が取られた場合、規模を示す。先頭に0を持つ数の規模は、その数が無符号二進形式にて表現された場合と、同一となる。例えば、0110は、無符号二進形式においては、6に等しく、0が正の値を示す符号付き補数形式においては、+6に等しい。第二の数と同一の規模を持つが、ただし、反対の符号を持つ数は、第二の数の補数によって表現される。例えば、-6は、0110、つまり、+6の補数によって表現される。一つの符号付き補数システムが、1の補数システムとして知られているが、これは、全ての0を1に変更し、全ての1を0に変更するプロセスを伴う。こうして、-6は、1の補数形式においては、1001として示される。もう一つの符号付き補数システムが、2の補数システムとして知られているが、この場合は、1を1の補数に加えることのみが要求される。こうして、-6は、2の補数形式においては、1010として示される。ハミングメトリックは、通常、2の補数を伴う。補数と、補数システムにおける数の数学的演算の説明については、M.Morris Mano, Computer Engineering: Hardware Design, pp.11-17 (Prentice Hall 1988)において見ることができるためにこれを参照されたい。

#### 【0010】

ハミング1と呼ばれるハミングメトリックスキームの一つの実現においては、論理1が、正の1に、そして、論理0が、負の1に、マッピングされ、結果として、8桁を用いた2

10

20

30

40

50

の補数システムでは、論理 1 は、0 1 1 1 1 1 1 1 によって表され、一方、論理 0 は、1 0 0 0 0 0 0 0 によって表される。代替としてのハミング 2 ブランチメトリックスキームにおいては、論理 1 が負の 1 に、そして、論理 0 が正の 1 にマッピングされ、結果として、論理 1 は、1 0 0 0 0 0 0 0 によって示され、論理 0 は、0 1 1 1 1 1 1 1 によって示される。上に説明されたように、これら 2 つのハミングメトリックスキームは、互いに、2 の補数である。

#### 【 0 0 1 1 】

マンハッタンメトリックスキームに基づくデコーダとは対比的に、ハミングメトリックスキーム用に設計されたビテルビデコーダは、全ての可能な経路に関して最高の正あるいは負のコストを持つ経路を選択する。この理由は、ハミングブランチメトリックの計算に起因する。マンハッタン距離の計算においては各受信されたデジタル信号とビテルビデコーダによって内部的に計算された対応するデジタル信号との間の差の絶対値が計算されたが、これに対して、ハミングブランチメトリックの計算においては、この信号の規模の符号も考慮される。符号付き補数システムにおける数の数学的演算に詳しい人であれば、ハミングブランチメトリックの計算における最小エラーは、最大ブランチメトリックによって示されることを簡単に理解できるものである。

#### 【 0 0 1 2 】

上に述べたように、マンハッタンメトリックスキーム用に設計されたビテルビデコーダは、典型的には、最小コストである経路を選択する。ただし、最小コストである経路は、デコードされるべき信号が無符号二進コードの場合にのみ、最良の経路を表す。つまり、無符号二進法の場合は、受信された信号の値が 0 に近ければ近いほど、その信号が 0 として送信された可能性が高くなる。同様にして、受信された信号の値が 1 に近ければ近いほど、その信号が 1 として送信された可能性が高くなる。いずれの場合も、受信された信号と、送信されたと推定される尤もらしい信号ビットとの間の差の値は、受信された信号と、送信されたと推定される信号の他の可能な表現との間の差の値よりも小さくなる。こうために、マンハッタンメトリックスキームに基づくビテルビデコーダは、無符号二進法にて表現された入力信号とのみコンパティブルである。同様にして、ソフト判定ビテルビデコーダは、無符号二進法にて表現されたソフトシンボルデコード出力を与える。

#### 【 0 0 1 3 】

これとは対照的に、ハミングブランチメトリックスキーム用に設計されたビテルビデコーダは、典型的には、最大の正あるいは負のコストを持つ経路を選択する。尤もらしい経路を正しく選択するためには、このビテルビデコーダによって受信される信号は、符号付き補数システム、好ましくは、2 の補数であることが要求される。

#### 【 0 0 1 4 】

あるデジタル信号が 2 の補数によって表され、ある桁数、例えば、8 桁に制限された場合、論理 1 は、あるレンジの離散値によって表され、各値は、異なる程度の信頼性を示すこととなる。論理 0 もまた異なる程度の信頼性を示すあるレンジの離散値によって表される。論理 1 に対する信頼性の特定の程度は、論理 0 に対する信頼性の同一の程度を示す値の 2 の補数によって示される。

#### 【 0 0 1 5 】

例えば、論理 1 が正の値、つまり、先頭の 0 に、そして、論理 0 が負の値、つまり、先頭の 1 に、マッピングされるハミング 2 における 8 桁数においては、最低の信頼性を持つ 1 は、0 0 0 0 0 0 0 0 によって示され、最低の信頼性を持つ 0 は、1 1 1 1 1 1 1 1 によって示される。一方、最高の信頼性を持つ 1 は、0 1 1 1 1 1 1 1 によって示され、最高の信頼性を持つ 0 は、1 0 0 0 0 0 0 0 によって示される。論理 1 が負の値にマッピングされ、論理 0 が正の値にマッピングされるハミング 1 の場合は、最低の信頼性を持つ 1 は、1 1 1 1 1 1 1 1 によって示され、最低の信頼性を持つ 0 は、0 0 0 0 0 0 0 0 によって示される。

利発な読者は、論理 1 および 0 の両端の信頼性のレベルを表す数は、実際には互いに 1 の補数となるが、論理 1 および 0 に対する信頼性の中間レベルは 2 の補数によって表される

10

20

30

40

50

ことを理解できるものである。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

あるアプリケーションのある箇所、例えば、デコーダ内の等化器が、マンハッタンあるいはハミングのいずれかのブランチメトリックスキームを採用し、一方、同一のアプリケーションの別の箇所、例えば、第二の段のビテルビデコーダが異なるブランチメトリックスキームを採用するような信号処理アプリケーションにおいては、問題が生じる。

【0017】

より詳細には、幾つかのアプリケーションは、信号を2の補数にて表すように設計されている。結果として、メトリックを計算あるいは認識することを要求される任意の要素、例えば、ビテルビデコーダは、これをハミングメトリックスキームにて遂行することを要求される。無符号二進法にて信号を表すように設計されたアプリケーションについても同様なことが言える。伝統的には、これら二つのシステムは、それら自身の記数法に対して専用に設計された要素を必要とする。換言すれば、第一のシステムに対してはハミングメトリックスキームが、そして、第二のシステムに対しては、マンハッタンメトリックスキームが要求される。これは、両方の要素が同一のタスクに対して要求される場合は、非効率である。さらに、マンハッタンメトリックスキーム用に設計された要素が、ハミングメトリックスキーム用に設計された同一の要素より優れた性能を示す場合や、この逆の場合もある。従って、伝統的にはハミング要素を要求するアプリケーションであっても、マンハッタン要素を使用できることが望ましい。

【0018】

【課題を解決するための手段】

従って、本発明は、ある要素の設計では受信することができない(コンパティブルでない)第一の記数法によって表されたデジタル信号を、その要素にコンパティブルな第二の記数法に変換するための方法および装置を提供する。本発明は、特に、この要素がビテルビデコーダである場合に有効である。マンハッタンメトリックスキーム用に設計されたビテルビデコーダが符号付き補数システムにて表されたデジタル信号を受信した場合、この信号の記数形式が、まず最初に、無符号二進法に変換され、その後、デコーダに入力される。同様に、マンハッタンメトリックスキーム用に設計されたビテルビデコーダに提供された無符号二進形式にて表された信号は、最初に、符号付き補数形式に変換された後に、デ

【0019】

本発明はまた第一のビテルビデコーダのソフトシンボル出力の第一の記数法を、このソフトシンボル出力を、そのメトリックスキームが第二の数記法とはコンパティブルであるが第二の数記法とはコンパティブルでない第二ビテルビのデコーダに提供する前に、第二の記数法に変換することを可能にする。入力信号の適切な数記法による表現および出力信号の適切な変換によって、マンハッタンメトリックスキームに基づくデコーダおよびハミングメトリックスキームに基づくデコーダの両方に対して、同値のソフトシンボルデコード出力が提供される。デコーダがマンハッタンメトリックスキームを採用する場合は、無符号二進法によって表されたソフトシンボルは、そのソフトシンボルデコード出力の絶対値を取ることによって得られ、一方、符号付き補数によって表された同値のソフトシンボルは、そのソフトシンボルデコード出力の絶対値を符号付き補数システムに変換することによって得られる。デコーダがハミングメトリックスキームを採用する場合は、ソフトシンボルデコード出力は、符号付き補数によって表され、一方、無符号二進法にて表されたソフトシンボル出力は、そのソフトシンボルデコード出力の絶対値を取ることによって得られる。

【0020】

本発明はまたデジタル信号をある記数法から別の記数法に変換するためのシステムを提供する。記数法がそのメトリックスキームとコンパティブルであることを要求されるビテルビデコーダの場合は、このシステムは、ビテルビデコーダとその入力の所の信号変換機の

10

20

30

40

50

組合せから構成される。デコーダの出力、特に、ソフトシンボル出力の記数法が、後の処理に対して要求される記数法と異なる場合は、この信号変換機を、デコーダの出力の所でも、組み合わせて使用することができる。

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

本発明は、以下に説明されるように、通信システム内において、例えば、地上から衛星への通信、および、セルラ電話と基地局との間のデジタルセルラ電話通信において、有益な用途を持つ。図 1 には、送信機 ( 1 0 ) と受信機 ( 1 1 ) とから構成されるトランシーバが示される。受信機 ( 1 1 ) は、図示されるように、受信機内において通常に見られる幾つかの要素を含む。最尤シーケンス推定等化器 ( “ M L S E ” ) ( 1 1 2 )、デクリプション/デインターリーブ/リオーダ回路 ( 1 1 5 ) およびピテルビデコーダ ( 1 1 6 ) は、全て、入力を受信し、出力を無符号二進形式にて提供するように設計されている。M L S E ( 1 1 1 )、デクリプション/デインターリーブ/リオーダ回路 ( 1 1 4 ) およびピテルビデコーダ ( 1 1 7 ) は、全て、入力を受信し、出力を 2 の補数形式にて提供する。また、ピテルビデコーダ ( 1 1 6 ) は、マンハッタンメトリックスキーム用に設計されており、ピテルビデコーダ ( 1 1 7 ) は、ハミングメトリックスキーム用に設計されている。図 1 に示されるように、信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) は、デジタル信号を、無符号二進法あるいは符号付き補数システムのいずれかで受信し、このデジタル信号の記数法を、一方の記数法から他方の記数法に変換する能力を持つ。表 1 には、これら二つの記数法間の関係が、マンハッタンメトリックスキームおよびハミングメトリックスキームに対して示されているが、表 1 においては、これら数は、16 進法にて示される。

10

20

【 0 0 2 2 】

【 表 1 】

信頼性が 最も高い 0	最悪 0	最悪 1	信頼性が 最も高い 1
0x00	0x7F	00x80	0xFF マンハッタン
0x7F	0x00	0xFF	0x80 ハミング1
0x80	0xFF	0x00	0x7F ハミング2

30

表 1

【 0 0 2 3 】

信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) は、ピテルビデコーダの入力の所ばかりでなく、出力の所にも実現 ( 使用 ) することができる。例えば、2 の補数にて表されたデジタル信号を、マンハッタンメトリックスキーム用に設計されたピテルビデコーダ ( 1 1 6 ) に入力することが要求される場合は、信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) をピテルビデコーダ ( 1 1 6 ) への入力の所に挿入し、この信号を 2 の補数システムに変換することができる。同様に、ハミングメトリックスキーム用に設計されたピテルビデコーダ ( 1 1 7 ) への入力の所に挿入された信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) は、ピテルビデコーダ ( 1 1 7 ) が、無符号二進法にて表された入力デジタル信号を扱えるようにする。

40

【 0 0 2 4 】

あるピテルビデコーダが与えられた場合、その出力は、そのデコーダのメトリックシステムとコンパティブルな記数法にて与えられる。この出力を、異なる記数法による入力を要求する別の要素に提供したい場合、例えば、等化器 ( 1 1 1 ) の出力を、ピテルビデコーダ ( 1 1 6 ) に提供したい場合、この信号の変換のために、信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) を等化器 ( 1 1 1 ) の出力の所で使用 ( 実現 ) することもできる。

【 0 0 2 5 】

一般的には、信号フォーマット変換機 ( 1 1 3 ) は、入りデジタル信号を第一の記数法か

50

ら第二の記数法に変換するように設計される。こうして変換されたデジタル信号を、第一の記数法とはコンパティブルではないが、第二の記数法とはコンパティブルな任意のデバイスあるいはソフトウェア動作にパスすることができる。

【0026】

当業者においては、本発明の信号フォーマット変換機は、ソフトウェアで実現することも、ハードウェアにて実現することも可能であることに理解できるものである。本発明の信号フォーマット変換機は、大規模集積回路（“VLSI”）技術を使用して集積回路上に製造するのに適する。

【0027】

上に説明されたように、信号フォーマット変換機（113）は、ハード判定ビテルビデコードとも、ソフト判定ビテルビデコードとも使用することができる。この実現は、ハミングメトリックスキームとマンハッタンメトリックスキームとが互いにある関係を保つという前提に基づくが、この関係を利用して同値（性）が設定（計算）され、これによって、マンハッタンメトリックスキームに基づくデコードを、2の補数を採用する受信機内で使用すること、あるいは、この逆が可能にされる。

【0028】

表2には、マンハッタンメトリックスキームと、二つのハミングメトリックスキーム、つまり、ハミング1とハミング2、との間の一例としての関係が、各ビットが2ビットとして送信される従来の2分の1速度エンコードの特定のケースに対して示される。こうして、4つの状態によって、ビテルビアルゴリズムの状態空間：0、0；0、1；1、0；および1、1が定義される。換言すれば、受信されたペア、 $r_0$ および $r_1$ は、これら4つのペアの一つとして送信される。当業者においては、本発明は、特定のコード速度に限定されるものではなく、この一例としての二分の一のコード速度は、単に、説明の目的で使用されていることを容易に理解できるものである。

【0029】

各受信された信号に対して、ビテルビデコードは、おのおのの現在の状態から次の状態への各可能な遷移に対して2ビット（“ダイビット”）を生成する。各生成されたダイビットに対する各メトリックスキームに対する等式が、ブランチメトリックの計算を表す。

【表2】

	状態生成 ダイビット	ハミング1 ブランチ メトリック 計算	ハミング2 ブランチ メトリック 計算	マンハッタン ブランチ メトリック 計算
c1	0,0	$r_0 + r_1$	$-r_0 - r_1$	$r_0 + r_1$
c2	0,1	$r_0 - r_1$	$-r_0 + r_1$	$r_0 + r_1$
c3	1,0	$-r_0 + r_1$	$r_0 - r_1$	$r_0 + r_1$
c4	1,1	$-r_0 - r_1$	$r_0 + r_1$	$r_0 + r_1$

表 2

【0030】

表2に示されるブランチメトリックの計算を説明するために、 $r_0 = 0110$ 、 $r_1 = 1010$ である場合を考える。無符号二進法で表された場合は、 $r_0$ の値は、10を基数とする表記法においては6であり、 $r_1$ は、10を基数とする表記法においては、10である。ダイビット0、0に対するマンハッタンメトリックを計算するためには、最初に、各ビットを、4桁の二進数、つまり、0000および0000に変換することが必要である。各生成されたビットが、次に、対応する受信されたシンボルから引かれる。こうして、 $r_0$ マイナス0は、0となる。同様に、 $r_1$ マイナス0は、 $r_1$ となる。従って、表2に



反映されるように、ダイビット 0、0 に対応するマンハッタンメトリック距離は、 $r_0 + r_1$  となる。

【0031】

行 c 2 においては、生成された第二のビットが 1 であり、これが 1 1 1 1 として表されるが、マンハッタンメトリックは、次のように計算される。つまり、

引算

【数 1】

$$\begin{array}{r} 1010 \\ \underline{1111} \end{array}$$

10

は、1 をその 2 の補数と置換することによって、

【数 2】

$$\begin{array}{r} 1010 \\ \underline{20001} \\ 1011 \end{array}$$

なる加法演算に変換することができる。このメトリックは、総和 1 0 1 1 の 2 の補数に等しく、これは、0 1 0 1 である。0 1 0 1 は、また、 $r_1$  の 1 の補数である。1 の補数は、単に、個々の 0 を 1 に変換し、個々の 1 を 0 に変換することによって得られる。 $r_1$  の 1 の補数は、 $r_1$  を横断する線（つまり  $r_1$ ）によって示される。

20

【0032】

上に示されたように、マンハッタンメトリックは、受信されたシンボルセットと生成されたビットの間の差と関係がある。これとは対照的に、ハミングメトリックは、確率と関係するが、これは、受信されたシンボルセットに、それと対応する生成されたビットを掛けることによって得られる。前述のように、ハミングメトリックスキームにおいては、0 および 1 は、正および負の値にマッピングされることに注意する。従って、表 2 に示されるように、0 が正の値にマッピングされるハミング 1 においては、それぞれ、 $r_0$  および  $r_1$  に 0 を掛けた値は、 $r_0$  および  $r_1$  に等しくなり、一方、それぞれ、 $r_0$  および  $r_1$  に 1 を掛けた値は、 $-r_0$  および  $-r_1$  に等しくなる。

30

【0033】

同様に、ハミング 2 の場合は、生成されたビットに、それらの対応する受信されたシンボルが掛けられる。0 は負の値にマッピングされ、 $r_0$  および  $r_1$  に 0 を掛けた値は、それぞれ、 $-r_0$  および  $-r_1$  に等しくなり、一方、 $r_0$  および  $r_1$  に 1 を掛けた値は、それぞれ、 $r_0$  および  $r_1$  に等しくなる。

【0034】

ブランチメトリックの計算を、異なるメトリックスキームについて一通り説明したので、これら 3 つのスキームに対するメトリックを、任意の二つの状態間のメトリックの差を取って、関連づけることについて考える。表 3 から、二つの状態間のメトリックの差の絶対値は、これら 3 つのメトリックのおのおについて同一であることがわかる。第一の数と第二の数との間の減法は、第二の数をその補数と置き換えることによって加法に変えることができることに注意する。こうして、 $r_1 - r_1$  は、 $r_1 + r_1$  に等しくなり、これは、 $2r_1$  に等しくなる。

40

【0035】

【表 3】

2つの状態間のメトリック差	ハミングブランチメトリック計算 (マッピング1)	ハミングブランチメトリック計算 (マッピング2)	マンハッタンブランチメトリック計算
c1 - c2	2r1	-2r1	r1 - r1
c1 - c3	2r0	-2r0	r0 + r0
c1 - c4	2r0 + 2r1	-2r0 - 2r1	(r0 - r0) + (r1 - r1)
c2 - c3	2r0 - 2r1	-2r0 + 2r1	(r0 - r0) - (r1 - r1)
c2 - c4	2r0	-2r0	r0 - r0
c3 - c4	2r1	-2r1	r1 - r1

10

表 3

## 【0036】

ソフト判定ビテルビデコーダは、そのソフトシンボル出力に対して、累積コスト差、換言すれば、二つの経路間の差を使用する。こうして、ビテルビデコーダの入力の所で適当な記数法を使用し、このデコーダ出力の絶対値を取ることによって、本発明を使用して、特定のデコーダのメトリックスキームおよび受信された信号の初期の記数法とは無関係に、有効なソフトシンボルデコード出力を得ることが可能である。デコーダがマンハッタンメトリックを採用するように設計されている場合は、ビテルビデコーダの出力は、無符号二進法にて表されることとなる。将来の処理のためにハミングメトリックが必要とされる場合は、本発明の信号フォーマット変換機を使用して、このソフトシンボルデコード出力の絶対値を、2の補数形式、あるいは任意の符号付き補数形式に簡単に変換することができる。

20

## 【0037】

同様に、ビテルビデコーダのソフトシンボルデコード出力が、ハミングメトリック用に設計されている場合は、この出力は、受信されたシンボルの記数法と無関係に、符号付き補数システムにて表されることとなる。将来の処理のために無符号記数法が必要とされる場合は、本発明の信号フォーマット変換機を使用して、このソフトシンボルを簡単に無符号記数法に変換することができる。いずれの場合も、このソフトシンボルは、デコードされた信号の信頼性を正確に反映する。

30

## 【0038】

図2には、解説の目的で、5つの異なる格子経路が示されるが、これは、表4の式に従ってダイビットを内部的に生成するビテルビデコーダの状態遷移を表す。

## 【表4】

遷 移	ダイビット
0,0 6 0,0	0,0
0,0 6 1,0	1,1
0,1 6 0,0	0,1
0,1 6 1,0	1,0
1,0 6 0,1	1,1
1,0 6 1,1	0,0
1,1 6 0,1	1,0
1,1 6 1,1	0,1

10

表 4

【0039】

遷移とダイビットとの間のこれらの関係は、たたみこみエンコーダのスキームに基づく。  
 この例においては、各信号ソースビットに対して送信される2ビットを生成するための多項式は、 $g(0) = 1 + D^1$ および $g(1) = 1 + D^1 + D^2$ である。

20

この例に対しては、受信された信号は、表5に示されるような値となった。

【表5】

時 点										
マンハッタン に対しての 受信	0X00, 0XFF	0X00 0XFF	0X00, 0XFF	0X00, 0XFF	0X00, 0XFF	0X00 0XFF	0X40 0XFF	0XFF 0X40	0X00, 0X7F	
ハミング1 に対しての 受信	0X7F, 0X80	0X7F 0X80	0X7F, 0X80	0X7F, 0X80	0X7F, 0X80	0X7F 0X80	0X3F 0X80	0X80 0X3F	0X7F, 0X80	
ハミング2 に対しての 受信	0X80, 0X7F	0X80 0X7F	0X80, 0X7F	0X80, 0X7F	0X80, 0X7F	0X80 0X7F	0XC0, 0X7F	0X7F 0XC0	0X80, 0X7F	

30

表 5

【0040】

ここで、これら値は、8個の数字の列を回避するために、16進法にて書かれていることに注意する。各遷移に対するブランチメトリックおよび各状態での累積コストが、各経路に対して、表6、7、および8に、それぞれ、マンハッタン、ハミング1、およびハミング2の場合について示される。

40

【0041】

【表6】

マンハッタン									
経路 1	0	0	0	0	0	0	64	64	0
累積 1	0	0	0	0	0	0	64	128	128
経路 2	255	255	255	255	255	255	X	X	X
累積 2	255	510	765	1020	1275	1530			
経路 3	255	255	255	255	255	255	446	191	X
累積 3	255	510	765	1020	1275	1530	1976	2167	
経路 4	0	0	0	0	510	0	191	191	0
累積 4	0	0	0	0	510	510	701	892	892
経路 5	0	0	0	510	510	255	X	X	X
累積 5	0	0	0	510	1020	1275			

表 6

【 0 0 4 2 】

【 表 7 】

ハミング 1									
経路1	255	255	255	255	255	255	191	191	255
累積 1	255	510	765	1020	1275	1530	1721	1912	2167
経路2	-1	-1	-1	-1	1	-1	X	X	X
累積 2	-1	-2	-3	-4	-3	-4			
経路3	-1	-1	-1	-1	1	1	-191	65	X
累積 3	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-193	-128	
経路4	255	255	255	255	-255	255	65	65	255
累積 4	255	510	765	1020	765	1020	1065	1085	1405
経路5	255	255	255	-255	-255	-1	X	X	X
累積 5	255	510	765	510	255	254			

表 7

【 0 0 4 3 】

【 表 8 】

10

20

30

ハミング 2									
経路1	255	255	255	255	255	255	191	191	255
累積 1	255	510	765	1020	1275	1530	1721	1912	2167
経路2	1	1	1	1	-1	1	X	X	X
累積 2	1	2	3	4	3	4			
経路3	1	1	1	1	-1	-1	-191	63	X
累積 3	1	2	3	4	3	2	-189	-126	
経路4	255	255	255	255	-255	255	63	63	255
累積 4	255	510	765	1020	765	1020	1083	1146	1401
経路5	255	255	255	-255	-255	1	X	X	X
累積 5	255	510	765	510	255	256			

表 8

## 【 0 0 4 4 】

次に、表 9 の説明に移るが、任意の 2 つの経路間のコスト差の絶対値は、結果的には、使用されるメトリックスキームおよび対応する記数法とは無関係に、同一となるのが簡単に理解できる。例えば、経路 2 と経路 4 との間の累積コスト差は、それぞれ、マンハッタン、ハミング 1、およびハミング 2 メトリックスキームに対して、765、-768 および -762 である。より近い同値性を、ハミングブランチメトリックの計算における減算の際に、2 の補数ではなく、被減数の 1 の補数を取ることによって実現することもできる。こうして、累積コスト差の絶対値に基づくソフトシンボルは、ピテルビデオコードのメトリックスキーム設計によっては、影響されないことがわかる。

## 【 0 0 4 5 】

## 【表 9】

ノード	累積コスト差	マンハッタン	ハミング 1	ハミング 2
ノード A	diff 2, 4	765	-768	-762
ノード B	diff 1, 2	-1530	1534	1526
	diff 1, 5	-1275	1276	1274
	diff 2, 5	255	-258	-252
ノード C	diff 3, 4	1275	-1278	-1272
ノード D	diff 1, 3	-2039	2040	2038
	diff 1, 4	-764	762	766

表 9

## 【 0 0 4 6 】

上の説明は、単に、本発明の原理を解説するためのものであり、当業者においては、ここには具体的に説明あるいは示されなかったが、本発明の原理を具現する様々な修正を考案することが可能であり、これらも本発明の精神および範囲に入るものと考慮されるべきである。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一つの実現を図解する受信機の一部を示す図である。

【図 2】ピテルビデオコードの 5 つの任意の格子経路を示す図である。

10

20

30

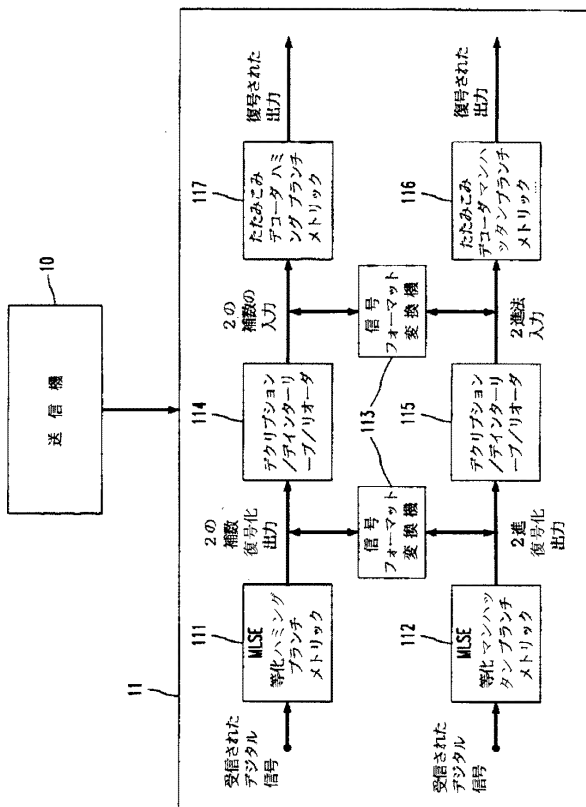
40

50

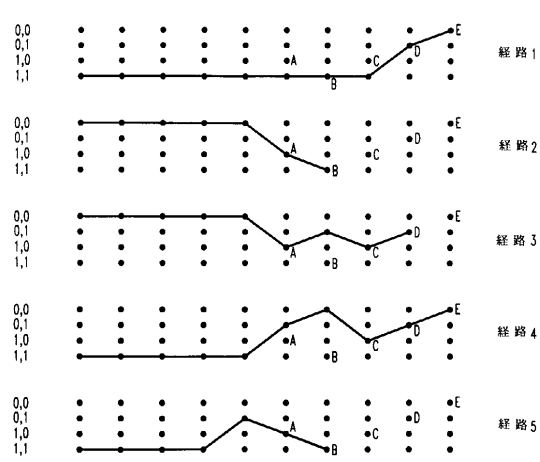
【符号の説明】

- 10 送信機
- 11 受信機
- 111, 112 最尤シーケンス推定等化器
- 113 信号フォーマット変換機
- 114, 115 デクリプション/デインターリーブ/リオーダ回路
- 116, 117 ビデルビデオコーダ

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100104352

弁理士 朝日 伸光

(72)発明者 トーマス ウェスレイ ベイカー

アメリカ合衆国 18069 ペンシルヴァニア, オレフィールド, リンディ ドライヴ 372  
8

(72)発明者 モハメッド シャフィウル モビン

アメリカ合衆国 18052 ペンシルヴァニア, ホワイトホール, コーナーストーン プレイス  
112

審査官 矢頭 尚之

(56)参考文献 特開平07-202957(JP, A)

特開平07-312619(JP, A)

特開平07-273813(JP, A)

特開平04-239228(JP, A)

特開平04-267656(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M 13/41