

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4528477号

(P4528477)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl.

H04L 7/10 (2006.01)

F I

H04L 7/10

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-537174 (P2001-537174)	(73) 特許権者	508012091
(86) (22) 出願日	平成12年9月26日 (2000.9.26)		アイピーコム ゲゼルシャフト ミット
(65) 公表番号	特表2003-514429 (P2003-514429A)		ベシュレンクテル ハフツング ウント
(43) 公表日	平成15年4月15日 (2003.4.15)		コンパニー コマンディートゲゼルシャフ
(86) 国際出願番号	PCT/DE2000/003342		ト
(87) 国際公開番号	W02001/035542		I P C o m G m b H & C o . K G
(87) 国際公開日	平成13年5月17日 (2001.5.17)		ドイツ連邦共和国 プラッハ ツークシュ
審査請求日	平成19年8月7日 (2007.8.7)		ピッツシュトラッセ 15
(31) 優先権主張番号	199 53 895.6		Z u g s p i t z s t r a s s e 15,
(32) 優先日	平成11年11月10日 (1999.11.10)		D - 8 2 0 4 9 P u l l a c h , G
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		e r m a n y
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 時間離散的な信号部分の相関方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既知の信号部分を有する信号を送信機から受信機へ送信し、信号内の既知の信号部分の位置を受信機内で受信信号と既知の信号部分との相関により求め、

1つの信号内の予め定められた信号部分を相関により求める、

時間離散的な信号部分の相関方法、例えば信号伝送システムのための時間離散的な信号部分の相関方法において、

階層シーケンスとエラーシーケンスとの和である既知の信号部分を障害のある階層シーケンスとして受信機内に格納し、

受信信号と格納された階層シーケンスとの間の相関および信号と格納されたエラーシーケンスとの間の相関の和として相関を形成する、

ことを特徴とする時間離散的な信号部分の相関方法。

【請求項 2】

【外 1】

障害のある階層シーケンス $\tilde{h}$ を階層シーケンス h およびエラーシーケンス h_e により

$$\tilde{h}(k) = h(k) + h_e(k), \quad k = 0, \dots, m-1$$

で表し、ここで m はシーケンス $\tilde{h}$, h , h_e の長さを表す自然数であり、シーケンス $\tilde{h}$, h の元は値のストック $\{-\alpha, +\alpha\}$ から得られ、 h_e の元は値のストック $\{-2\alpha, 0, +2\alpha\}$ から得られ、 α はこの場合任意の実数または複素数である、

10

請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

【外 2】

$\tilde{h}$ と信号 $s(k)$ との相関 $v(k)$ を

20

$$\begin{aligned} v(k) &= \sum_{j=0}^{m-1} \tilde{h}(j) \cdot s(k+j) = \sum_{j=0}^{m-1} [h(j) + h_e(j)] \cdot s(k+j) \\ &= \underbrace{\sum_{j=0}^{m-1} h(j) \cdot s(k+j)}_{u(k) :=} + \underbrace{\sum_{j=0}^{m-1} h_e(j) \cdot s(k+j)}_{u_e(k) :=} \end{aligned}$$

により表し、ここで $u(k)$ は信号 $s(k)$ と格納されている階層シーケンスと の間の相関であり、 $u_e(k)$ は信号 $s(k)$ と格納されている

30

エラーシーケンスとの間の相関である、

請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

エラーシーケンスに含まれる元と 0 との差ができる限り小さくなるように階層シーケンスとエラーシーケンスとの和への分解を行う、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

40

移動電話システムに適用する、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

従来の技術

本発明は、時間離散的な信号部分の相関方法、例えば信号伝送システムのための時間離散的な信号部分の相関方法に関しており、1つの信号内の予め定められた信号部分を相関により求める。ここでは既知の信号部分を有する信号を送信機から受信機へ送信し、信号内の既知の信号部分の位置を受信機内で受信信号と既知の信号部分との相関により求める。

【0002】

本発明は任意のデジタルメッセージ伝送システムに適用可能であるが、ここでは本発明

50

の基礎とする問題点をUniversal Mobile Telephone Systems：UMTSに関連して説明する。

【0003】

受信信号内の既知の信号部分（以下ではテスト信号と称する）を検出するために、通常は受信機内で、記憶されている既知のテスト信号と受信信号との相関が行われる。

【0004】

こうしたテスト信号の位置を求めることにより、例えば受信信号内でのテスト信号の開始時点を同期のために求めることができる。

【0005】

この場合に特に重要なのは、良好な自動相関特性を有するテスト信号が高い自動相関係数により相対的な時間のずれがあるときには0となり、さらに時間のずれに対する自動相関の値が小さいときには0とは異なるということである。

【0006】

さらに当該のテスト信号は必要な相関を最小限の計算演算で行うことのできる体系的な構造を有している。この意味で特別な時間離散的なテスト信号のクラスはいわゆる階層コードまたはシーケンスを形成する。

【0007】

$h(k)$ n 次の階層シーケンスは必ずしも異なっていなくてよい n 個の短いシーケンス

$\underline{h}_1 = (h_1(0), h_1(1), \dots, h_1(m_1-1))$, $h_2 = (h_2(0), h_2(1), \dots, h_2(m_2-1))$, $h_n = (h_n(0), h_n(1), \dots, h_n(m_n-1))$

から、元 $h_i(k) \in \{-1, +1\}$ により、構造スキーマ

$$x_1(k) = h_1(k), \quad k = 1, \dots, m_1 - 1 \quad (1)$$

【0008】

【数1】

$$x_{i+1}(k) = h_{i+1}(k \operatorname{div} m_{i+1}) \cdot x_i(k \operatorname{mod} m_i),$$

$$k = 0, \dots, \left(\prod_{l=1}^{i+1} m_l \right) - 1, \quad i = 1, \dots, n-1 \quad (2)$$

$$h(k) = x_n(k), \quad k = 0, \dots, \left(\prod_{l=1}^n m_l \right) - 1. \quad (3)$$

【0009】

にしたがって体系的に構成される。

【0010】

この種の階層シーケンスと他の信号または他のシーケンスとの相関にかかるコストは、周知のように複数のステップによる迅速な相関を行えば、直接に相関を実現することに比べて著しく低減することができる。さらに階層シーケンスは良好な相関特性を有しており、冒頭に述べた意味での同期のためのテスト信号として好適である。

【0011】

コスト上効率の良い迅速な階層相関のための前述の手法を以下に説明する。この手法は後述する本発明の方法の基礎となるものだからである。受信信号とテスト信号とを受信機内で相関させることを $s(k)$ で表す。一般性を制限するものではないが、2次の階層シーケンス（すなわち $n=2$ のシーケンス）について考察する。階層シーケンスは2個以上の階層ステップを有しており、上述の式にしたがって連続的にそのつど2つの部分シーケンスから構成される。相関は各時点 k で行われる。

【0012】

相関の結果 $v(k)$ は、ここでは

【0013】

【数2】

$$v(k) = \sum_{j=0}^{m-1} h(j) \cdot s(k+j) = \sum_{j=0}^{n-1} h_2(j \operatorname{div} m_2) \cdot h_1(j \bmod m_1) \cdot s(k+j) \quad (4)$$

$$= \sum_{i=0}^{n_2-1} h_2(i) \cdot \underbrace{\sum_{j=0}^{n_1-1} h_1(j) \cdot s(k+i \cdot n_1+j)}_{v_1(k+i \cdot n_1) :=} = \sum_{i=0}^{n_2-1} h_2(i) \cdot \sum_{j=0}^{n_1-1} v_1(k+i \cdot n_1) \quad (5)$$

10

【0014】

から得られる。

【0015】

図2には周知の階層相関過程が2次の階層シーケンスの例に則して示されている。ここでは計算ステップが細線により示されている。

【0016】

短い部分シーケンスは $\underline{h}_1 = (+1, +1, -1, +1)$, $\underline{h}_2 = (+1, -1, +1, +1)$ により与えられる。したがって全シーケンスは $\underline{h} = (+1, +1, -1, +1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, +1)$ となる。第1のステップまたは第1の部分相関ステップTK1では部分相関 $v_1(k)$ が求められる。第2のステップまたは第2の部分相関ステップTK2では当該の中間結果から求めるべき相関 $v(k)$ が求められる。ここでは進行する時間 k は、図2に太線で示されているように、それぞれ3つの既知の結果に基づいており、新たな計算のみを部分相関ステップTK1で行えばよいようになっている。すなわち走査によって得られた信号 $s(k)$ の信号値のうち最も新しいものだけを計算すればよい。

20

【0017】

$n > 2$ の部分シーケンスに対しても相応に同じ基本原理にしたがう更なる相関ステップが得られる。

30

【0018】

本発明の基礎とする問題点は、一般に周知の手法を階層的でないシーケンスにも拡張し、その際に相関にかかる計算コストがあまり大きくならないようにすることである。

【0019】

本発明の利点

本発明の請求項1の基礎となっている着想は、階層シーケンスに対する周知の迅速な複数ステップによる相関過程を障害のある階層シーケンスに対して拡張することである。

【0020】

【外3】

40

分解によっても直接には適切な部分シーケンスとならない構造のシーケンスを障害のある階層シーケンス $\tilde{h}$ と称する。ただし階層シーケンス $\underline{h}$ とこの障害のある階層シーケンスとはきわめて類似している。 $\underline{h}$ と $\tilde{h}$ との間の差異は別のシーケンスにより表され、以下ではこれをエラーシーケンス $\underline{h}_e$ と称する。 $\tilde{h}$ から $\underline{h}$ および $\underline{h}_e$ への分解は相関に必要な数の計算演算が全体としてできる限り低減されるように選定しなければならない。

50

【0021】

本発明の方法では、相関 $v(k)$ を計算するために、階層相関のほかに補正量を求める式も考慮される。したがって本発明の方法は“補正階層相関”とも称される。

【0022】

本発明の補正階層相関法は、それ自体を直接に階層的に分解することはできなくとも階層シーケンスとエラーシーケンスとの和として適切に表示することができるシーケンスであれば適用可能である。

【0023】

後に実施例として示す別のシーケンスはUniversal Mobile Telecommunication Systems: UMTSでの同期のための階層シーケンスを形成する部分シーケンスとして適用される。本発明の方法によれば、この部分シーケンスを補正された階層構造にしたがってさらに分解し、相関を求めるのに必要な計算コストを約40%も低減することができる。移動局から基地局への同期にかかる計算コストは全体として移動局でのベースバンド計算能力の重大な要素となっているので、本発明の方法は必要な計算能力を低減するうえで非常に有効である。

10

【0024】

ベースバンド信号の信号処理における計算能力を低減できるということは、1つにはベースバンドハードウェアにかかるコストの低減（小さなクロックレートや小さなゲートなど）を意味し、もう1つには計算能力の低減、ひいてはベースバンドハードウェアの電力容量の低減を意味する。これにより特に蓄電池で駆動される移動局では通話時間またはスタンバイ時間の延長も可能となる。

20

【0025】

従属請求項には本発明の請求項1記載の方法の有利な別の実施形態および改善形態が示されている。

【0026】

【外4】

有利な実施形態によれば、障害のある階層シーケンス $\tilde{h}$ は階層シーケンス $\underline{h}$

およびエラーシーケンス $\underline{h}_e$ により表される。

30

$$\tilde{h}(k) = \underline{h}(k) + \underline{h}_e(k), \quad k = 0, \dots, m-1 \quad (6)$$

ここで m はシーケンス $\tilde{h}$, $\underline{h}$, $\underline{h}_e$ の長さを表す自然数であり、シーケンス $\tilde{h}$, $\underline{h}$ の元は値のストック $\{-1, +1\}$ から得られ、 $\underline{h}_e$ の元は値のストック $\{-2, 0, +2\}$ から得られる。

40

【0027】

【外5】

別の有利な実施形態によれば、 $\tilde{h}$ の $v(k)$ と信号 $s(k)$ との相関は次式により表される。

【0028】

【数3】

$$v(k) = \sum_{j=0}^{m-1} \tilde{h}(j) \cdot s(k+j) = \sum_{j=0}^{m-1} [h(j) + h_e(j)] \cdot s(k+j) \quad (7)$$

$$= \underbrace{\sum_{j=0}^{m-1} h(j) \cdot s(k+j)}_{u(k) :=} + \underbrace{\sum_{j=0}^{m-1} h_e(j) \cdot s(k+j)}_{u_e(k) :=} \quad (8)$$

10

【0029】

ここで $u(k)$ は信号 $s(k)$ と格納されている階層シーケンスとの相関であり、 $u_e(k)$ は信号 $s(k)$ と格納されているエラーシーケンスとの相関である。

【0030】

第1の被加数 $u(k)$ は $\underline{h}$ の階層構造のために直接に迅速な階層相関により計算することができる。第2の被加数 $u_e(k)$ については別の構造 $\underline{h}_e$ の性質に依存する。

【0031】

【外6】

別の有利な実施形態によれば、分解して階層シーケンス $\underline{h}$ とエラーシーケンス $\underline{h}_e$ との和を得るために、エラーシーケンスは0との差ができる限り小さい元を有するようにする。有利には $\underline{h}_e$ が0との差のできる限り小さい元を有するように $\tilde{h}$ から $\underline{h}$, $\underline{h}_e$ への分解を行う。

20

【0032】

$\underline{h}_e$ 、例えば0とは異なる唯一の元 $h_e(K) = \beta$ が ($\beta \in \{-2, +2\}$) を含む場合、 $u_e(k)$ から $u_e(k) = \beta \cdot s(k+K)$ への計算は

$$v(k) = u(k) + \beta \cdot s(k+K) \quad (9)$$

30

のように簡単化される。

【0033】

0とは異なる複数の元がある場合、相応に複数の補正量の項を考慮しなければならない。一般的なケースでは式 $u_e(k)$ を計算するために再び相関の式の計算法が使用される。

【0034】

別の実施形態によれば、本発明の方法は移動電話システムに適用される。

【0035】

図面

本発明の実施例を図示し、以下に詳細に説明する。図1には障害のある階層の相関、すなわち2次の階層シーケンスおよび簡単なエラーシーケンスを含む相関過程が本発明の実施例として示されている。図2には既知の階層の相関過程が2次の階層シーケンスの実施例で示されている。

40

【0036】

以下に図1を参照しながら、2次の階層シーケンスおよび簡単なエラーシーケンスを有する障害のある階層の相関過程に相応して本発明の方法の実施例を説明する。

【0037】

実施例に示されているシーケンスはUniversal Mobile Telecommunication Systems: UMTSでの同期のための階層シーケンスを形成する部分シーケンスである。

【0038】

考察するのは以下に示すLindnerシーケンスである (H.D.Lueke, "Korrelationsignale",

50

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992も参照されたい)。

【0039】

【数4】

$$\tilde{\mathbf{h}} = (+1, +1, -1, -1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, +1),$$

【0040】

これは直接には適切な階層部分シーケンスには分解できないため、周知のコスト上都合の良い階層相関に適用することはできない。ただしこれに代えて階層シーケンスおよびエラーシーケンスにより

10

【0041】

【数5】

$$\tilde{h}(k) = h(k) + h_e(k), \quad k = 0, \dots, m-1 \quad (10)$$

【0042】

ここで

$$\mathbf{h} = (+1, +1, -1, +1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, +1),$$

20

$$\mathbf{h}_e = (0, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

にしたがって表される。

【0043】

$\mathbf{h}$ の階層的な分解は部分シーケンス $\mathbf{h}_1 = (+1, +1, -1, +1)$ および $\mathbf{h}_2 = (+1, -1, +1, +1)$ により与えられる。

【0044】

相関過程は全体として、有利には本発明の方法により、補正された階層相関を用いて行うことができる。

【0045】

図1には当該の相関過程が示されている。図2に示されている周知の階層相関の構造に加えて、受信信号 $s(k)$ から第2の部分相関ステップTK2の結果へのつながりが見てとれる。補正量の項は-2で重みづけされた本発明の入力信号の値のかたちで表されている。

30

【0046】

【外7】

次に相関全体にかかるコストを考察する。シーケンス $\tilde{\mathbf{h}}$ (m 個の元の長さをもつ)と複素数のシーケンス $s(k)$ との相関を直接に実現させるには

、求めるべき相関値 $v(k)$ に対して m 回の複素数加算が必要となる。 $m =$

40

16の場合、このケースでは16回の複素数の加算が行われる。

【0047】

階層シーケンスおよびエラーシーケンスへ分割することにより、当該の数は著しく低減される。階層相関では1つの相関値 $v(k)$ ごとに第1のステップで複素数の4回の加算が必要となり、第2のステップでも複素数の4回の加算が必要となる。これには値 $s(k+3)$ と係数-2との乗算や、この補正值と階層相関の結果との図1に示されているような加算が含まれる。2による乗算は1桁のビットシフトに相応し、この乗算には“真の”乗算に比べれば無視できるほどの計算コストしか要しないことを考慮すれば、残るのは補正

50

値を相関結果へ加算する 1 回の付加的な複素数加算のみである。相関過程全体では補正された階層相関を用いて相関値 $v(k)$ ごとに 9 回の複素数加算が必要となるが、これは直接に相関を実現する場合に上述のように 16 回の複素数加算が必要なことに比べれば格段の低減である。これは優に 40% の節約を意味する。

【0048】

ここで提案した方法は移動無線機器を扱う全てのメーカーのワールドワイドな現在の研究および大規模開発の点から第 3 世代の移動無線システム（UTMS など）に関連してきわめて高いアクチュアリティを有している。

【0049】

本発明を有利な実施例に則して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々に修正可能である。

【0050】

また本発明は Universal Mobile Telephone Systems：UTMS のみに限定されず、他の任意の時間離散的なデジタル信号処理システムに適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 障害のある階層の相関過程を示す図である。

【図 2】 既知の階層の相関過程を示す図である。

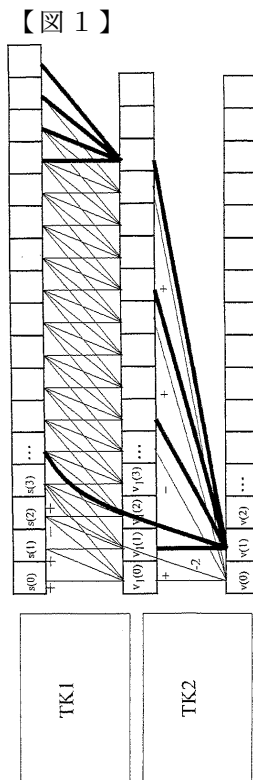


Fig. 1

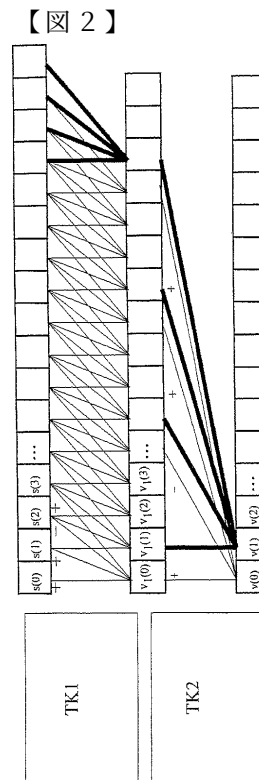


Fig. 2

フロントページの続き

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100110593

弁理士 杉本 博司

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 マルクス ベンティン

ドイツ連邦共和国 ヒルデスハイム コンラート＝アーデナウアー＝シュトラッセ 10

審査官 白井 亮

(56)参考文献 特表2002-524970 (JP, A)

特開平07-297805 (JP, A)

特開2002-298404 (JP, A)

特表2002-543741 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 7/00-7/10