

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4864070号
(P4864070)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 11/00 (2006.01) G 1 O L 11/00 1 O 1 Z
 G 1 O L 11/00 1 O 1 A

請求項の数 11 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-305829 (P2008-305829) (22) 出願日 平成20年12月1日 (2008.12.1) (65) 公開番号 特開2010-128406 (P2010-128406A) (43) 公開日 平成22年6月10日 (2010.6.10) 審査請求日 平成20年12月1日 (2008.12.1)</p>	<p>(73) 特許権者 503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 (74) 代理人 100103171 弁理士 雨貝 正彦 (72) 発明者 寅市 和男 茨城県つくば市吾妻3-1-1ダイアパ スつくば学園都市1214 審査官 田部井 和彦</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の含有率としての各成分値を抽出する信号処理装置であって、

前記複数の離散データのそれぞれと、これら複数の離散データの平均値との差分を演算する差分演算手段と、

前記複数の関数のそれぞれについて複数の関数値データとこれら複数の関数値データの平均値との差分を関数差分値としたときに、前記差分演算手段によって前記複数の離散データのそれぞれに対応して演算された複数の差分値と、前記複数の関数のそれぞれに対応する前記関数差分値とを用いて内積演算を行う前記複数の関数のそれぞれに対応する複数の第1の内積演算手段と、

前記複数の関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分の相互積和演算値で構成される行列の逆行列と、前記複数の第1の内積演算手段の出力である内積値列との積を演算することにより、前記複数の関数のそれぞれの前記含有率を抽出する成分値抽出手段と、

を備えることを特徴とする信号処理装置。

【請求項2】

請求項1において、

アナログ信号を所定周期でサンプリングして前記複数の離散データを出力するアナログ-デジタル変換器をさらに備えることを特徴とする信号処理装置。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記第 1 の内積演算手段は、前記差分演算手段によって演算された複数の差分値のそれぞれと複数の前記関数差分値のそれぞれとを乗算して複数の乗算結果を出力する複数の乗算器を含む第 1 の乗算部と、前記複数の乗算器から出力される複数の乗算結果を加算する第 1 の加算器とを有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかにおいて、

前記成分値抽出手段は、前記複数の第 1 の内積演算手段のそれぞれの出力値と、前記複数の関数の中の 2 つの関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分から作られる行列の余因子行列の要素との内積を演算する複数の第 2 の内積演算手段を有し、前記複数の第 2 の内積演算手段による演算結果に、前記 2 つ関数の値から作られる行列の絶対値の逆数を乗算して前記複数の関数の成分値を抽出することを特徴とする信号処理装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、

前記複数の関数は、微分可能回数によって分類されていることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、

前記離散データに対応する信号および前記複数の関数は 1 変数で表されることを特徴とする信号処理装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、

前記離散データに対応する信号および前記複数の関数は 2 変数で表されることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 8】

複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の含有率としての各成分値を抽出する信号処理方法であって、

前記複数の離散データのそれぞれと、これら複数の離散データの平均値との差分を差分演算手段によって演算する差分演算ステップと、

30

前記複数の関数のそれぞれについて複数の関数値データとこれら複数の関数値データの平均値との差分を関数差分値としたときに、前記差分演算ステップにおいて前記複数の離散データのそれぞれに対応して演算された複数の差分値と、前記複数の関数のそれぞれに対応する前記関数差分値とを用いた内積演算を前記複数の関数のそれぞれに対応する複数の第 1 の内積演算手段で行う第 1 の内積演算ステップと、

前記複数の関数の 関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分の相互積和演算値で構成される行列の逆行列と、前記複数の第 1 の内積演算手段の出力である内積値列との積を演算することにより、前記複数の関数のそれぞれの前記含有率を抽出する動作を成分値抽出手段によって行う成分値抽出ステップと、

40

を有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 9】

請求項 8 において、

アナログ信号を所定周期でサンプリングして前記複数の離散データを出力する動作をアナログ - デジタル変換器を用いて行うアナログ - デジタル変換ステップをさらに有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 において、

前記第 1 の内積演算手段は、前記差分演算手段によって演算された複数の差分値のそれぞれと複数の前記関数差分値のそれぞれとを乗算して複数の乗算結果を出力する複数の乗

50

算器を含む第1の乗算部と、前記複数の乗算器から出力される複数の乗算結果を加算する第1の加算器とを有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項11】

請求項8～10のいずれかにおいて、

前記成分値抽出手段は、前記複数の第1の内積演算手段のそれぞれの出力値と、前記複数の関数の中の2つの関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分から作られる行列の余因子行列の要素との内積を演算する複数の第2の内積演算手段を有し、前記複数の第2の内積演算手段による演算結果に、前記2つ関数の値から作られる行列の絶対値の逆数を乗算して前記複数の関数の成分値を抽出することを特徴とする信号処理方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力される信号の波形成分を分析する信号処理装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

離散的なデジタル信号を連続的なアナログ信号に変換する場合に、離散的なデジタル信号の間を補間するために標本化関数が用いられる。この標本化関数としては、従来から様々なものが用いられているが、信号の特性にあった標本化関数を用いることにより、精度の高いデジタル-アナログ変換を行うことが可能になる。例えば、オーディオ信号を考えると、演奏会等で録音された音声信号をサンプリングしてデジタル信号が生成される。この段階で、信号の特性を調べて、その特性に適合する標本化関数を知ることができれば、後に行われるデジタル-アナログ変換処理においてこの標本化関数を用いることができる。

20

【0003】

従来から、入力データに含まれる特異点を求め、隣接する特異点間の信号に対して、微分可能回数に着目してクラス分けを行う手法が知られている(例えば、特許文献1参照)。この手法によると、隣接する特異点間の信号のクラスを判別することができるため、信号の波形成分を分析することができる。

【特許文献1】特開2001-51979号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献1に開示された従来手法では、信号のクラス分けを行う前に特異点を抽出する必要があり、特異点の抽出の仕方によって波形成分の分析精度が低下するという問題があった。また、信号によっては、2つ以上のクラスの成分が混じっている場合も考えられるが、特許文献1に開示された従来手法では、最も近いクラスを決定するものによって、信号に含まれる複数の成分の割合を判定することができないという問題があった。

【0005】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、信号に含まれる複数の成分の割合を精度よく分析することができる信号処理装置および方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決するために、本発明の信号処理装置は、複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の含有率としての各成分値を抽出する信号処理装置であって、複数の離散データのそれぞれとこれら複数の離散データの平均値との差分を演算する差分演算手段と、複数の関数のそれぞれについて複数の関数値データとこれら複数の関数値データの平均値との差分を関数差分値としたときに、差分演算手段によって複数の離散データのそれぞれに対応して演算された複数の差分値と、複数の関数のそれぞれに対応する

50

関数差分値とを用いて内積演算を行う複数の関数のそれぞれに対応する複数の第1の内積演算手段と、複数の関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分の相互積和演算値で構成される行列の逆行列と、複数の第1の内積演算手段の出力である内積値列との積を演算することにより、複数の関数のそれぞれの含有率を抽出する成分値抽出手段とを備えている。

【0007】

また、本発明の信号処理方法は、複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の含有率としての各成分値を抽出する信号処理方法であって、複数の離散データのそれぞれとこれら複数の離散データの平均値との差分を差分演算手段によって演算する差分演算ステップと、複数の関数のそれぞれについて複数の関数値データとこれら複数の関数値データの平均値との差分を関数差分値としたときに、差分演算ステップにおいて複数の離散データのそれぞれに対応して演算された複数の差分値と、複数の関数のそれぞれに対応する関数差分値とを用いた内積演算を複数の関数のそれぞれに対応する複数の第1の内積演算手段で行う第1の内積演算ステップと、複数の関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分の相互積和演算値で構成される行列の逆行列と、複数の第1の内積演算手段の出力である内積値列との積を演算することにより、複数の関数のそれぞれの含有率を抽出する動作を成分値抽出手段によって行う成分値抽出ステップとを有している。

10

【0008】

また、アナログ信号を所定周期でサンプリングして複数の離散データを出力するアナログ-デジタル変換器をさらに備えることが望ましい。あるいは、アナログ信号を所定周期でサンプリングして複数の離散データを出力する動作をアナログ-デジタル変換器を用いて行うアナログ-デジタル変換ステップをさらに有することが望ましい。

20

【0010】

また、上述した第1の内積演算手段は、差分演算手段によって演算された複数の差分値のそれぞれと複数の関数差分値のそれぞれとを乗算して複数の乗算結果を出力する複数の乗算器を含む第1の乗算部と、複数の乗算器から出力される複数の乗算結果を加算する第1の加算器とを有することが望ましい。

【0011】

また、上述した成分値抽出手段は、複数の第1の内積演算手段のそれぞれの出力値と、複数の関数の中の2つの関数の関数値データと各関数毎の関数値データの平均との差分から作られる行列の余因子行列の要素との内積を演算する複数の第2の内積演算手段を有し、複数の第2の内積演算手段による演算結果に、2つ関数の値から作られる行列の絶対値の逆数を乗算して複数の関数の成分値を抽出することが望ましい。

30

【0012】

また、上述した複数の関数は、微分可能回数によって分類されていることが望ましい。また、上述した離散データに対応する信号および複数の関数は1変数で表されることが望ましい。また、上述した離散データに対応する信号および複数の関数は2変数で表されることが望ましい。

【発明の効果】

40

【0013】

本発明によると、複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の各含有率(割合)そのものを精度よく求めることができる。これにより、この信号に対する各種の処理(デジタルデータに変換する処理やこのデジタルデータに変換した後にアナログ信号に変換する処理など)を最適な関数を用いて実施することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明を適用した一実施形態の信号処理装置について、図面に基づいて詳細に説明する。本実施形態の信号処理装置は、入力されるアナログ信号 $f(t)$ を周期 T_s でサンプリングし、一定周期 $T_c (> T_s)$ で信号に含まれる成分を分析して出力する。

50

【 0 0 1 5 】

最初に、成分分析の基本原理について説明を行う。入力されるアナログ信号 $f(t)$ を周期 T_s でサンプリングし、一定周期 $T_c (> T_s)$ の間に得られた離散データを関数変換する場合を考える。サンプリングによって得られた離散データを $f_s(k)$ 、変換する関数を $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ とする。 $f_s(k)$ を $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ の線形結合の式で近似すると、以下の式で表すことができる。

【 0 0 1 6 】

【数 1】

$$f_s(k) = a_0 + a_1 g_1(k) + a_2 g_2(k) + a_3 g_3(k) + \dots + a_n g_n(k) + \varepsilon_k \quad 10$$

【 0 0 1 7 】

ここで、 ε_k は近似誤差を表す。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、 $f_s(k)$ と $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ の具体例を示す図である。図 1 に示す例では、 $f_s(k)$ は $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 $g_3(k)$ 、 $g_4(k)$ の線形結合式で表され、例えば $g_1(k)$ 等は以下のようにになっている。

【 0 0 1 9 】

$$g_1(k) = 0.1k$$

$$g_2(k) = -2k(k-25)/156.05$$

$$g_3(k) = -0.2k + 5$$

$$g_4(k) = 0.04(k-25)^2 - 15$$

この場合には、 $f_s(k)$ は以下ようになる。

【 0 0 2 0 】

$$f_s(k) = 0.2g_1(k) - 0.5g_2(k) + 0.3g_3(k) + 0.05g_4(k)$$

本発明の基本は、 $f_s(k)$ が入力されたときに、 $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 $g_3(k)$ 、 $g_4(k)$ の各係数 (0.2、-0.5、0.3、0.05) を自動的に抽出することにある。

【 0 0 2 1 】

数 1 を変形すると、以下ようになる。

【 0 0 2 2 】

【数 2】

$$\varepsilon_k = f_s(k) - (a_0 + a_1 g_1(k) + a_2 g_2(k) + a_3 g_3(k) + \dots + a_n g_n(k))$$

【 0 0 2 3 】

離散データ $f_s(k)$ のサンプリング数を M とするとき、上記の誤差 ε_k の 2 乗和を E とすると、 E は以下ようになる。

【 0 0 2 4 】

【数 3】

$$E = \sum_{k=1}^M \varepsilon_k^2 = \sum_{k=1}^M [f_s(k) - \{a_0 + a_1 g_1(k) + a_2 g_2(k) + a_3 g_3(k) + \dots + a_n g_n(k)\}]^2 \quad 40$$

【 0 0 2 5 】

ここで、

【 0 0 2 6 】

【数 4】

$$\overline{f_s} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M f_s(k) \quad \overline{g_i} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M g_i(k)$$

【 0 0 2 7 】

とおくと、

【 0 0 2 8 】

【 数 5 】

$$\sum_{k=1}^N \varepsilon_k = 0$$

【 0 0 2 9 】

とすることができることから、

【 0 0 3 0 】

【 数 6 】

$$a_0 = \bar{f}_s - \{a_1 \bar{g}_1 + a_2 \bar{g}_2 + a_3 \bar{g}_3 + \cdots + a_n \bar{g}_n\}$$

【 0 0 3 1 】

となる。この式で得られた a_0 を E の式 (数 3) に代入すると以下のようになる。

【 0 0 3 2 】

【 数 7 】

$$\begin{aligned} E &= \sum_{k=1}^M \varepsilon_k^2 = \sum_{k=1}^M \left[f_s(k) - \bar{f}_s - \{a_1(g_1(k) - \bar{g}_1) + a_2(g_2(k) - \bar{g}_2) + a_3(g_3(k) - \bar{g}_3) + \cdots + a_n(g_n(k) - \bar{g}_n)\} \right]^2 \\ &= \sum_{k=1}^M \left[\Delta f_s(k) - \{a_1 \Delta g_1(k) + a_2 \Delta g_2(k) + a_3 \Delta g_3(k) + \cdots + a_n \Delta g_n(k)\} \right]^2 \end{aligned} \quad 20$$

【 0 0 3 3 】

上式は、係数 a_i に関して下に凸の 2 次関数であり、誤差 E を最小とする係数 a_i は、以下の方程式から決定することができる。

【 0 0 3 4 】

【 数 8 】

$$\frac{\partial E}{\partial a_i} = 2 \sum_{k=1}^M \Delta g_i(k) \left[\Delta f_s(k) - \{a_1 \Delta g_1(k) + a_2 \Delta g_2(k) + a_3 \Delta g_3(k) + \cdots + a_n \Delta g_n(k)\} \right] = 0 \quad i=1, n$$

【 0 0 3 5 】

上記を整理すると、

【 0 0 3 6 】

【 数 9 】

$$\sum_{k=1}^M \Delta g_i(k) \Delta f_s(k) - \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^n a_j \Delta g_i(k) \Delta g_j(k) = 0$$

【 0 0 3 7 】

となる。ここで、

【 0 0 3 8 】

【 数 1 0 】

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^M \Delta g_i(k) \Delta g_j(k)$$

$$G_i : (\Delta g_i(1), \Delta g_i(2), \Delta g_i(3), \cdots, \Delta g_i(M))$$

$$F^T : (\Delta f_s(1), \Delta f_s(2), \Delta f_s(3), \cdots, \Delta f_s(M))$$

【 0 0 3 9 】

とおくと、以下の連立方程式が導かれる。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

【数 1 1】

$$\begin{aligned}
 S_{11}a_1 + S_{12}a_2 + S_{13}a_3 + \cdots + S_{1N}a_N &= \sum_{k=1}^M \Delta g_1(k) f_s(k) = G_1 F \\
 S_{21}a_1 + S_{22}a_2 + S_{23}a_3 + \cdots + S_{2N}a_N &= \sum_{k=1}^M \Delta g_2(k) f_s(k) = G_2 F \\
 S_{31}a_1 + S_{32}a_2 + S_{33}a_3 + \cdots + S_{3N}a_N &= \sum_{k=1}^M \Delta g_3(k) f_s(k) = G_3 F \\
 \dots & \\
 S_{N1}a_1 + S_{N2}a_2 + S_{N3}a_3 + \cdots + S_{NN}a_N &= \sum_{k=1}^M \Delta g_N(k) f_s(k) = G_N F
 \end{aligned}$$

10

【0 0 4 1】

これを行列式表示すると以下のようにになる。

【0 0 4 2】

【数 1 2】

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2N} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \cdots & S_{3N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{N1} & S_{N2} & S_{N3} & \cdots & S_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ G_N \end{bmatrix} F$$

20

【0 0 4 3】

したがって、以下の式によって係数 a_i を求めることができる。

【0 0 4 4】

【数 1 3】

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2N} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \cdots & S_{3N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{N1} & S_{N2} & S_{N3} & \cdots & S_{NN} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ G_N \end{bmatrix} F$$

30

【0 0 4 5】

ここで、

【0 0 4 6】

【数 1 4】

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2N} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \cdots & S_{3N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{N1} & S_{N2} & S_{N3} & \cdots & S_{NN} \end{bmatrix} = S$$

40

【0 0 4 7】

は正方行列とする。

【0 0 4 8】

行列 S の余因子行列を

【0 0 4 9】

【数 15】

 \bar{S}

【0050】

とすると、その要素

【0051】

【数 16】

 \bar{S}_{ij}

【0052】

は、行列 S から i 行目と j 行目を除いてできる行列 A_{ij} を用いて下記のように定義することができる。

【0053】

【数 17】

$$\bar{S}_{ij} = (-1)^{i+j} |A_{ij}|$$

【0054】

よって、

【0055】

【数 18】

$$\bar{S} = \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{12} & \bar{S}_{13} & \cdots & \bar{S}_{1N} \\ \bar{S}_{21} & \bar{S}_{22} & \bar{S}_{23} & \cdots & \bar{S}_{2N} \\ \bar{S}_{31} & \bar{S}_{32} & \bar{S}_{33} & \cdots & \bar{S}_{3N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{S}_{N1} & \bar{S}_{N2} & \bar{S}_{N3} & \cdots & \bar{S}_{NN} \end{bmatrix}^T$$

【0056】

したがって、行列 S の逆行列 S^{-1} は、

【0057】

【数 19】

$$S^{-1} = \frac{\bar{S}}{|S|} = \frac{1}{|S|} \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{21} & \bar{S}_{31} & \cdots & \bar{S}_{N1} \\ \bar{S}_{12} & \bar{S}_{22} & \bar{S}_{32} & \cdots & \bar{S}_{N2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{S}_{1N} & \bar{S}_{2N} & \bar{S}_{3N} & \cdots & \bar{S}_{NN} \end{bmatrix}$$

【0058】

となる。以上より、係数 a_i を求める演算式は以下のようにまとめることができる。

【0059】

10

20

30

40

【数 2 0】

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1N} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2N} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \cdots & S_{3N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{N1} & S_{N2} & S_{N3} & \cdots & S_{NN} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ G_N \end{bmatrix} F \\
 &= \frac{1}{|S|} \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{21} & \bar{S}_{31} & \cdots & \bar{S}_{N1} \\ \bar{S}_{12} & \bar{S}_{22} & \bar{S}_{32} & \cdots & \bar{S}_{N2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{S}_{1N} & \bar{S}_{2N} & \bar{S}_{3N} & \cdots & \bar{S}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \\ \vdots \\ G_N \end{bmatrix} F \\
 &= \frac{1}{|S|} \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{21} & \bar{S}_{31} & \cdots & \bar{S}_{N1} \\ \bar{S}_{12} & \bar{S}_{22} & \bar{S}_{32} & \cdots & \bar{S}_{N2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{S}_{1N} & \bar{S}_{2N} & \bar{S}_{3N} & \cdots & \bar{S}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta g_1(1) & \Delta g_1(2) & \Delta g_1(3) & \cdots & \Delta g_1(M) \\ \Delta g_2(1) & \Delta g_2(2) & \Delta g_2(3) & \cdots & \Delta g_2(M) \\ \Delta g_3(1) & \Delta g_3(2) & \Delta g_3(3) & \cdots & \Delta g_3(M) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \Delta g_N(1) & \Delta g_N(2) & \Delta g_N(3) & \cdots & \Delta g_N(M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta f_s(1) \\ \Delta f_s(2) \\ \Delta f_s(3) \\ \vdots \\ \Delta f_s(M) \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

10

20

【0060】

この式は、入力信号 $f(t)$ を T_s の周期でサンプリングして得られた離散データ $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) とその平均値

【0061】

【数 2 1】

$$\bar{f}_s = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M f_s(k)$$

【0062】

との差分 $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) と、予め定義されている関数 $g_i(k)$ ($k = 1 \sim M$) とその平均値

30

【0063】

【数 2 2】

$$\bar{g}_i = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M g_i(k)$$

【0064】

との差分 $g_i(k)$ ($k = 1 \sim M$) で構成される行列

【0065】

【数 2 3】

$$\frac{1}{|S|} \begin{bmatrix} \bar{S}_{11} & \bar{S}_{21} & \bar{S}_{31} & \cdots & \bar{S}_{N1} \\ \bar{S}_{12} & \bar{S}_{22} & \bar{S}_{32} & \cdots & \bar{S}_{N2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{S}_{1N} & \bar{S}_{2N} & \bar{S}_{3N} & \cdots & \bar{S}_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta g_1(1) & \Delta g_1(2) & \Delta g_1(3) & \cdots & \Delta g_1(M) \\ \Delta g_2(1) & \Delta g_2(2) & \Delta g_2(3) & \cdots & \Delta g_2(M) \\ \Delta g_3(1) & \Delta g_3(2) & \Delta g_3(3) & \cdots & \Delta g_3(M) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \Delta g_N(1) & \Delta g_N(2) & \Delta g_N(3) & \cdots & \Delta g_N(M) \end{bmatrix}$$

40

【0066】

との積を求めることにより、数 1 の係数 a_i を決定することができることを示している。
図 2 は、係数 a_i を求める処理の概要を示す図である。

50

【 0 0 6 7 】

図 3 は、一実施形態の信号処理装置の構成を示す図であり、図 2 に示す概要を具体化した構成が示されている。図 3 に示す本実施形態の信号処理装置は、離散データ作成部 1 0、乗算部 2 0 - 1 ~ 2 0 - N、加算器 3 0 - 1 ~ 3 0 - N、乗算部 4 0 - 1 ~ 4 0 - N、加算器 5 0 - 1 ~ 5 0 - N、乗算器 6 0 - 1 ~ 6 0 - N を含んで構成されている。N は 2 以上の整数であり、乗算部および加算器のそれぞれが N 個ずつ備わっている。

【 0 0 6 8 】

離散データ作成部 1 0 は、入力信号 $f(t)$ を f_s の周期でサンプリングして得られた M 個の離散データ $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) とその平均値との差分 $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) を並行して出力する。

10

【 0 0 6 9 】

図 4 は、離散データ作成部 1 0 の詳細構成を示す図である。図 4 に示すように、離散データ作成部 1 0 は、アナログ - デジタル (A/D) 変換器 1 1、平均値演算部 1 2、シフトレジスタ 1 6、M 個の加算器 1 7、レジスタ 1 8 を備える。

【 0 0 7 0 】

アナログ - デジタル変換器 1 1 は、入力信号 $f(t)$ を f_s の周期でサンプリングすることにより、離散データ $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) を順番に出力する。平均値演算部 1 2 は、M 個の離散データ $f_s(k)$ の平均値を演算するためのものであり、加算器 1 3、レジスタ 1 4、乗算器 1 5 を含んでいる。M 個の離散データ $f_s(k)$ が一つずつ順番に入力されると、加算器 1 3 とレジスタ 1 4 を用いて、これらの全てを加算した値が得られる。乗算器 1 5 は、レジスタ 1 4 に格納されたこの加算結果に対して乗数 ($1/M$) を乗算する。これにより、M 個の離散データ $f_s(k)$ の平均値が得られる。

20

【 0 0 7 1 】

シフトレジスタ 1 6 は、M 個の離散データ $f_s(k)$ が順番に入力されたときに、これの一つずつ取り込んで格納し、入力順にシフトする。シフトレジスタ 1 6 は、M 個の格納領域を有しており、順番に入力される M 個の離散データ $f_s(k)$ が全て格納されると、M 個の格納領域のそれぞれから M 個の離散データ $f_s(k)$ が並行して出力される。

【 0 0 7 2 】

M 個の加算器 1 7 のそれぞれは、シフトレジスタ 1 6 の M 個の格納領域のそれぞれに 1 対 1 に対応している。各加算器 1 7 は、シフトレジスタ 1 6 から出力される各離散データ $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) と、平均値演算部 1 2 から出力される平均値との差分を出力する。

30

【 0 0 7 3 】

レジスタ 1 8 は、M 個の格納領域を有しており、M 個の加算器 1 7 のそれぞれから出力される M 個の差分 $f_s(k)$ ($k = 1 \sim M$) を並行して取り込んで格納するとともに、これらを並行して出力する。このようにして出力される M 個の差分 $f_s(k)$ は、N 個の乗算部 2 0 - 1 ~ 2 0 - N のそれぞれに入力される。

【 0 0 7 4 】

乗算部 2 0 - 1 は、M 個の乗算器を有している。これら M 個の乗算器では、離散データ作成部 1 0 から出力される M 個の差分 $f_s(k)$ のそれぞれに対して、乗数 $g_1(1)$ 、 \dots 、 $g_1(M)$ を乗算する。これら M 個の乗算結果は、加算器 3 0 - 1 によって加算される。

40

【 0 0 7 5 】

乗算部 2 0 - 2 は、M 個の乗算器を有している。これら M 個の乗算器では、離散データ作成部 1 0 から出力される M 個の差分 $f_s(k)$ のそれぞれに対して、乗数 $g_2(1)$ 、 \dots 、 $g_2(M)$ を乗算する。これら M 個の乗算結果は、加算器 3 0 - 2 によって加算される。

【 0 0 7 6 】

各乗算部において同様の演算が行われる。すなわち、N 番目の乗算部 2 0 - N は、M 個の乗算器を有している。これら M 個の乗算器では、離散データ作成部 1 0 から出力される

50

M個の差分 $f_s(k)$ のそれぞれに対して、乗数 $g_N(1)$ 、 \dots 、 $g_N(M)$ を乗算する。これらM個の乗算結果は、加算器30-Nによって加算される。このようにしてN個の加算器30-1~30-Nから並行して出力されるN個の加算結果は、N個の乗算部40-1~40-Nのそれぞれに入力される。

【0077】

乗算部40-1は、N個の乗算器を有している。これらN個の乗算器では、N個の加算器30-1~30-Nのそれぞれから出力されるN個の加算結果に対して、乗数

【0078】

【数24】

$$\bar{S}_{11}、\bar{S}_{21}、\dots、\bar{S}_{M1}$$

10

【0079】

を乗算する。これらN個の乗算結果は、加算器50-1によって加算される。

【0080】

乗算部40-2は、N個の乗算器を有している。これらN個の乗算器では、N個の加算器30-1~30-Nのそれぞれから出力されるN個の加算結果に対して、乗数

【0081】

【数25】

$$\bar{S}_{12}、\bar{S}_{22}、\dots、\bar{S}_{N2}$$

20

【0082】

を乗算する。これらN個の乗算結果は、加算器50-2によって加算される。

【0083】

各乗算器において同様の演算が行われる。すなわち、N番目の乗算器50-Nは、N個の加算器30-1~30-Nのそれぞれから出力されるN個の加算結果に対して、乗数

【0084】

【数26】

$$\bar{S}_{1N}、\bar{S}_{2N}、\dots、\bar{S}_{NN}$$

【0085】

を乗算する。これらN個の乗算結果は、加算器50-Nによって加算される。このようにしてN個の加算器50-1~50-Nから並行して出力されるN個の加算結果は、加算器50-1~50-Nのそれぞれと1対1に対応するN個の乗算器60-1~60-Nに入力される。

【0086】

乗算器60-1は、加算器50-1から入力される加算結果に対して $1/|S|$ を乗算することにより、係数 a_1 を出力する。乗算器60-2は、加算器50-2から入力される加算結果に対して $1/|S|$ を乗算することにより、係数 a_2 を出力する。各乗算器において同様の演算が行われる。すなわち、乗算器60-Nは、加算器50-Nから入力される加算結果に対して $1/|S|$ を乗算することにより、係数 a_N を出力する。このようにして、N個の乗算器60-1~60-Nのそれぞれから係数 a_1 、 a_2 、 \dots 、 a_N が出力される。

40

【0087】

上述した乗算部20-1~20-N、加算器30-1~30-Nが複数の第1の内積演算手段に対応し、これらによる動作が第1の内積演算ステップの動作に対応する。乗算部40-1~40-N、加算器50-1~50-N、乗算器60-1~60-Nが成分値抽出手段に対応し、これらによる動作が成分値抽出ステップの動作に対応する。アナログ-デジタル変換器11による動作がアナログ-デジタル変換ステップに対応する。アナログ-デジタル変換器11を除く離散データ作成部10の各構成が差分演算手段に対応する。乗算部20-1~20-Nのそれぞれが第1の乗算部に対応する。加算器30-1~30

50

- Nのそれぞれが第1の加算器に対応する。乗算部40-1~40-N、加算器50-1~50-Nが複数の第2の内積演算手段に対応する。

【0088】

このように、本実施形態の信号処理装置では、複数の離散データに対応する信号に含まれる複数の関数の各含有率（割合）そのものを精度よく求めることができる。これにより、この信号に対する各種の処理（デジタルデータに変換する処理やこのデジタルデータに変換した後にアナログ信号に変換する処理など）を最適な関数を用いて実施することが可能となる。

【0089】

次に、変換する関数の具体例について説明する。本実施形態の信号処理装置では、入力信号の成分を分析するために用いられる関数 $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ として、フルーエンシ理論に基づいて定義された標本化関数（フルーエンシ標本化関数）が用いられている。

10

【0090】

フルーエンシ理論では、微分可能回数に着目して、 $(m-1)$ 階微分可能なクラス m の多項式信号空間に対応して、クラス m のフルーエンシ標本化関数が提案されている。 m は0以上の整数であり、 $m=0, 1, 2, \dots$ の値を取り得る。 $m=0, 1, 2$ の場合の具体的なフルーエンシ標本化関数の形状を図5~図8に示す。

【0091】

図5には、 $m=0$ の場合のフルーエンシ標本化関数が示されている。具体的には、このフルーエンシ標本化関数は、関数 $g_1(k)$ として用いられ、以下の式で表される。 $m=0$ のフルーエンシ標本化関数を用いて離散データに対する補間処理を行うことにより、離散データの値が順番に現れる補間結果として得られる。

20

【0092】

【数27】

$$m=0$$

$${}^0\psi(t) = \begin{cases} 0 & -\infty < t < -0.5 \\ 1 & -0.5 \leq t \leq 0.5 \\ 0 & 0.5 < t < \infty \end{cases}$$

30

【0093】

図6には、 $m=1$ の場合のフルーエンシ標本化関数が示されている。具体的には、このフルーエンシ標本化関数は、関数 $g_2(k)$ として用いられ、以下の式で表される。 $m=1$ のフルーエンシ標本化関数を用いて離散データに対する補間処理を行うことにより、離散データの値を直線でつなぐ補間結果が得られる。

【0094】

【数28】

$$m=1$$

$${}^1\psi(t) = \begin{cases} 0 & -\infty < t < -1 \\ t+1 & -1 \leq t \leq 0 \\ -t+1 & 0 \leq t \leq 1 \\ 0 & 1 < t < \infty \end{cases}$$

40

【0095】

図7には、 $m=2$ の場合のフルーエンシ標本化関数が示されている。具体的には、このフルーエンシ標本化関数は、関数 $g_3(k)$ として用いられ、以下の式で表される。 $m=$

50

2 のフルーエンシ標本化関数を用いて離散データに対する補間処理を行うことにより、離散データの値を 1 回だけ微分可能な連続する曲線をつなぐ補間結果が得られる。

【 0 0 9 6 】

【 数 2 9 】

$m = 2$

$${}^2\psi(t) = \begin{cases} -\frac{t^2}{4} - t - 1 & -2 \leq t \leq -1.5 \\ \frac{3t^2}{4} + 2t + \frac{5}{4} & -1.5 \leq t \leq -1 \\ \frac{5t^2}{4} + 3t + \frac{7}{4} & -1 \leq t \leq -0.5 \\ -\frac{7t^2}{4} + 1 & -0.5 \leq t \leq 0.5 \\ \frac{5t^2}{4} - 3t + \frac{7}{4} & 0.5 \leq t \leq 1 \\ \frac{3t^2}{4} - 2t + \frac{5}{4} & 1 \leq t \leq 1.5 \\ -\frac{t^2}{4} + t - 1 & 1.5 \leq t \leq 2 \end{cases} \quad \begin{matrix} 10 \\ 20 \end{matrix}$$

【 0 0 9 7 】

図 8 には、 $m =$ の場合のフルーエンシ標本化関数が示されている。具体的には、このフルーエンシ標本化関数は、関数 $g_N(k)$ として用いられ、以下の式で表される。 $m =$ のフルーエンシ標本化関数を用いて離散データに対する補間処理を行うことにより、離散データの値を無限回微分可能な連続する曲線をつなぐ補間結果が得られる。

【 0 0 9 8 】

【 数 3 0 】

$m = \infty$

$${}^\infty\psi(t) = \sin(\pi t) / (\pi t) \quad -\infty < t < \infty$$

【 0 0 9 9 】

このように、 m の値が異なる各種のフルーエンシ標本化関数を関数 $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ として用いることにより、入力信号に含まれる各フルーエンシ標本化関数の含有率がわかるため、この入力信号をデジタルデータに変換する際、あるいはデジタルデータを補間処理する際、あるいはアナログ信号に変換する際に最適な関数を組み合わせることができる。

【 0 1 0 0 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、離散データ f_s が 1 変数 k の関数 $g_1(k)$ 、 $g_2(k)$ 、 \dots 、 $g_N(k)$ で近似されるものとして説明したが、画像データのように、離散データ f_s を、2 変数（一般には X 方向の位置を示す x と Y 方向の位置を示す y が用いられる）の関数で近似するようにしてもよい。具体的には、画素位置 x 、 y で位置が特定される所定範囲に含まれる複数の画素の画素値を $f_s(x, y)$ としたときに、同じ範囲に対応する複数の 2 変数関数を用意して同様の処理を行うことにより、これら複数の 2 変数関数のそれぞれに対応する係数 a_i を求めることができる。

【 0 1 0 1 】

例えば、2 変数関数の具体例としては、以下の 3 つが上げることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 2 】

【 数 3 1 】

m = 0

$${}^0\varphi(x, y) = \begin{cases} 0 & -\infty < x, y < -0.5, \quad 0.5 < x, y < \infty \\ 1 & -0.5 \leq x, y \leq 0.5 \end{cases}$$

【 0 1 0 3 】

【 数 3 2 】

m = 1

$${}^1\varphi(x, y) = {}^1\psi(x) {}^1\psi(y)$$

10

【 0 1 0 4 】

【 数 3 3 】

m = 2

$${}^2\varphi(x, y) = {}^2\psi(x) {}^2\psi(y)$$

【 0 1 0 5 】

数 3 2 の 2 変数関数は、数 2 8 に示された関数を用いて定義されている。また、数 3 3 の 2 変数関数は、数 2 9 に示された関数を用いて定義されている。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 6 】

【 図 1 】成分分析の基本原理の説明に用いられる関数の具体例を示す図である。

【 図 2 】係数を求める処理の概要を示す図である。

【 図 3 】一実施形態の信号処理装置の構成を示す図である。

【 図 4 】離散データ作成部の詳細構成を示す図である。

【 図 5 】m = 0 の場合のフルーエンシ標本化関数を示す図である。

【 図 6 】m = 1 の場合のフルーエンシ標本化関数を示す図である。

【 図 7 】m = 2 の場合のフルーエンシ標本化関数を示す図である。

【 図 8 】m = の場合のフルーエンシ標本化関数を示す図である。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 0 7 】

1 0 離散データ作成部

1 1 アナログ - デジタル (A / D) 変換器

1 2 平均値演算部

1 6 シフトレジスタ

1 7 加算器

1 8 レジスタ

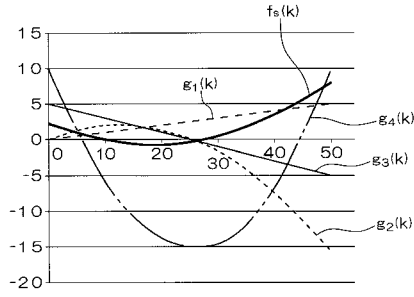
2 0 - 1 ~ 2 0 - N、4 0 - 1 ~ 4 0 - N 乗算部

3 0 - 1 ~ 3 0 - N、5 0 - 1 ~ 5 0 - N 加算器

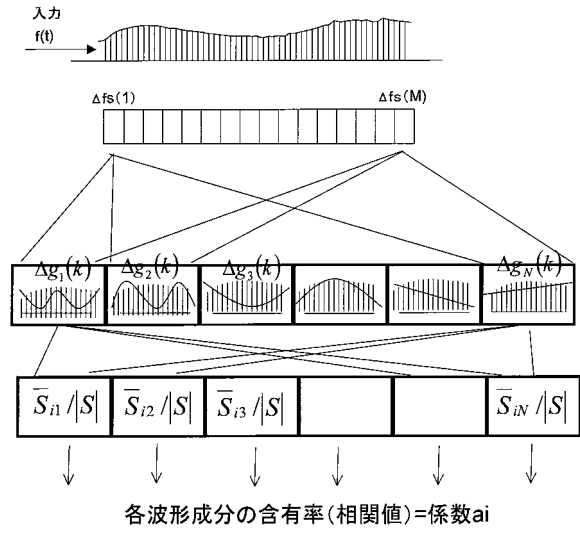
40

6 0 - 1 ~ 6 0 - N 乗算器

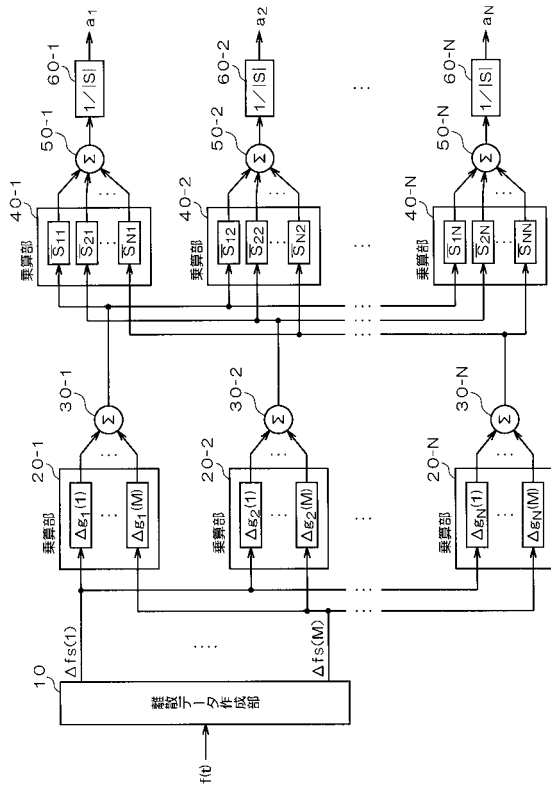
【図1】



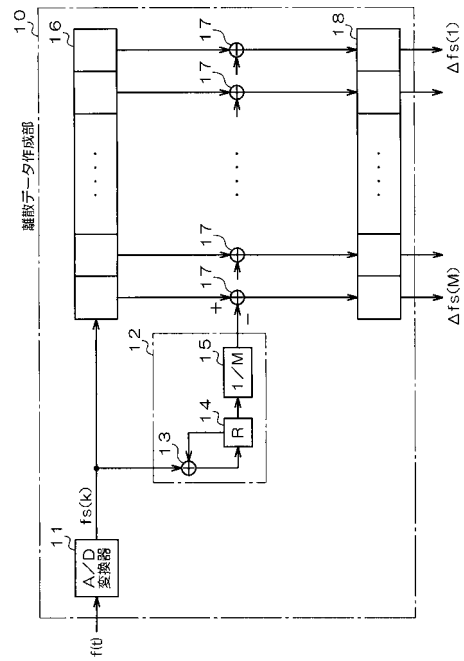
【図2】



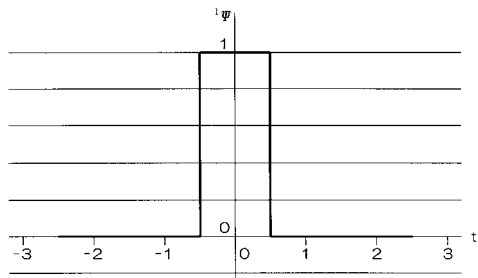
【図3】



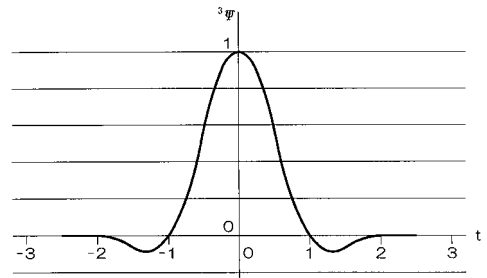
【図4】



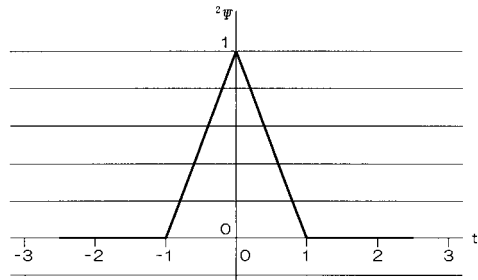
【 図 5 】



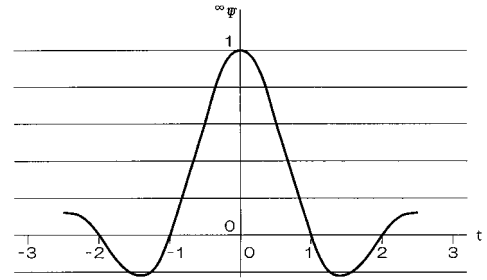
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2005/086356(WO, A1)

特開2001-051979(JP, A)

特開2005-115497(JP, A)

特開2003-108909(JP, A)

寅市 和男 Kazuo Toraichi, 生体解析のための数理とその結果 Mathematical Theory for Biological Analysis, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.92 No.383 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 第92巻

河副 文夫 Fumio KAWAZOE, フルーエンス関数系による細線画像の函数近似 Fluency Function Approximation of Thin Line Images, 画像電子学会誌 第32巻 第4号 The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, 日本, 画像電子学会 The Institute of Image Electronics Engineers of Japan, 第32巻

森川 博由 Hiroyoshi MORIKAWA, 平滑化スプライン関数による音声ピッチパターンのモデル化と分析 Modeling and Analysis of Pitch Pattern of Speech Based on a Smoothing Spline Function, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.100 No.239 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 第100巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00 - 21/06