

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3805777号
(P3805777)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl.

H03M 1/82 (2006.01)

F I

H03M 1/82

請求項の数 23 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-53525 (P2004-53525)
 (22) 出願日 平成16年2月27日(2004.2.27)
 (65) 公開番号 特開2005-244740 (P2005-244740A)
 (43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)
 審査請求日 平成16年4月9日(2004.4.9)

(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4丁目1番8号
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100086656
 弁理士 田中 恭助
 (72) 発明者 寅市 和男
 茨城県つくば市吾妻 3-1-1 ダイア
 パレスつくば学園都市 1214
 (72) 発明者 片岸 一起
 茨城県つくば市吾妻 4-204-104
 (72) 発明者 中村 浩二
 茨城県つくば市吾妻1-401-221

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理方法であって、

サンプリングされた離散信号値およびその和差で求められる値を前記多項式関数の係数値として、前記離散信号間の信号を再生することを特徴とする信号処理方法。

【請求項2】

信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理方法であって、

前記多項式関数は、前記離散信号のひとつの離散間隔内で有効であり、かつ、複数の離散信号の重み付け加算値を係数とする時間あるいは位置の多項式関数であり、

前記ひとつの離散間隔を含む複数のサンプリング間隔に対応する複数の前記離散信号を一括して入力し、

該複数の離散信号値の加減算により前記多項式関数の係数値を求め、

前記多項式関数により前記離散信号間隔内の信号を演算し再生することを特徴とする信号処理方法。

【請求項3】

信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散入力データの補間処理を行なう信号処理方法であって、

連続した複数のサンプリング間隔に対応する複数の離散入力データの重み付け加算値を

10

20

係数とする時間あるいは位置の前記多項式関数により、少なくとも2つの離散入力データの間における連続あるいはより細区分化された離散するデータ列を演算、出力し、

前記離散入力データを連続あるいは細区分化された時間あるいは位置のデータに変換することを特徴とする信号処理方法。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかにおける離散入力値を用いた多項式関数の係数値はデジタル演算で算出し、

前記時間あるいは位置の多項式関数により連続するデータ列を演算する処理は、アナログ演算で行うことを特徴とする信号処理方法。

【請求項5】

請求項1ないし3のいずれかにおける離散入力値による多項式関数の係数演算と、時間あるいは位置のさらに細分化された時間あるいは位置のデータ列を演算する処理をそれぞれ別のデジタル演算機能で行うことを特徴とする信号処理方法。

【請求項6】

請求項1ないし3のいずれかにおける複数の離散入力値として、一定サンプリング間隔で入力された4サンプルデータを用い、2サンプリング目と3サンプリング目との間のサンプリング間隔における連続信号あるいはさらに細分化された時間あるいは位置の離散信号値を多項式関数で生成することを特徴とする信号処理方法。

【請求項7】

請求項1ないし3のいずれかにおける複数の離散入力値として、一定サンプリング間隔で入力された6サンプルデータを用い、その連続する4サンプリングデータ毎に中間のサンプリング間隔における連続信号あるいはさらに細分化された時間あるいは位置のデータを多項式関数で演算し、4サンプリング間隔内の連続あるいは細分化された時間あるいは位置における信号を生成することを特徴とする信号処理方法。

【請求項8】

請求項1ないし3のいずれかにおける前記多項式関数は、時間あるいは位置のサンプリング間隔1/2の時間あるいは位置を軸として前後で対象となる関数形であることを特徴とする信号処理方法。

【請求項9】

請求項4乃至8のいずれかにおける前記多項式関数は、基準となるサンプリング点を $x = 0$ とするとき、 $x = -1, 0, 1, 2$ のときのサンプル値 $f(-1), f(0), f(1), f(2)$ の4点から、 $f(0) \cdot (1-x), f(1) \cdot x$ 、および $f(0), f(1)$ の平均値と $f(-1), f(2)$ の平均値の差分の1/2に $x \cdot (1-x)$ の放物線関数値を乗じた値との総和とし、 x における演算値を区間 $[0, 1]$ における信号の補正值とすることを特徴とする信号処理方法。

【請求項10】

信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いてサンプル間隔内の補間処理を行なう信号処理方法であって、

連続した複数のサンプリング間隔に対応する4個のサンプルデータと該各サンプルデータ間の間隔データとから前記多項式関数の係数値を演算し、

該演算値により前記多項式関数を演算し、前記サンプル間隔内の信号値を出力する信号処理方法。

【請求項11】

サンプリングされる離散信号間隔内の補間処理を、有限区間で定義される多項式関数を用いて行なう信号処理装置であって、

前記サンプリング間隔の整数倍の周期で複数のサンプリングデータを同時に信号処理装置に入力する複数離散信号保持部と、該入力されたサンプリングデータを前回入力した複数データと合わせ、該複数データの重み付け加算値を前記多項式関数の係数とする係数値演算部と、前記多項式関数及び前記係数により前記サンプリング間の信号を生成する多項式関数演算部とを持つことを特徴とする信号処理装置。

【請求項12】

10

20

30

40

50

請求項 1 1 において、前記サンプリング間隔の 3 倍の周期で 3 サンプルデータと同時に入力することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 において、サンプリング間の信号を生成する演算はアナログ積分回路を利用することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 において、前記多項式関数が 4 連続データのサンプル値あるいは加減算値を係数値とする関数であって、

前記多項式関数の各係数値をデジタル演算する演算装置と、前記係数値を出力し記憶する複数のレジスタと、振幅 1、周期がサンプル間隔あるいはその 2 倍に等しく、その周期の 1 / 2 で符号が反転する方形波信号発生装置と、該方形波信号を入力し積分信号を出力する第 1 の積分器と、該第 1 の積分器の出力を入力し積分信号を出力する第 2 の積分器とを具備し、

前記第 1 の積分器の出力に前記多項式関数の一次の係数値を記憶している第 1 のレジスタの出力信号を乗ずる第 1 の乗算器と、第 2 の積分器出力に前記多項式関数の二次の係数値を記憶している第 2 のレジスタの出力信号を乗ずる第 2 の乗算器と、前記方形波信号発生装置の出力に前記多項式関数の定数項を記憶している第 3 のレジスタの出力信号を乗ずる第 3 の乗算器と、第 1 の乗算器の出力、第 2 の乗算器の出力、および第 3 の乗算器の出力を加算し、連続信号として出力する加算器、とを具備してなる信号処理装置。

【請求項 1 5】

信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理装置であって、

方形波発生器、複数の積分器、複数の加算器を有し、各積分器の出力にサンプリング値あるいはその加減算値を乗じて多項式演算を行う演算回路を備え、位置的、時間的に変化する信号の連続あるいは微細な離散信号に変換する信号処理装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 ないし 1 5 のいずれかにおいて、入力信号が、デジタル的に記憶あるいはサンプリング入力された音声データであることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 2 ないし 1 5 のいずれかにおいて、入力信号が、デジタル的に記憶あるいはサンプリング入力された映像あるいは画像データであることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 1 8】

請求項 4 ないし 1 0 のいずれかにおける前記位置は、画像や映像の 1 画素毎の位置に対応した水平方向、垂直方向の位置であることを特徴とする信号処理方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおける信号処理方法であって、該処理方法により、画像の水平方向、垂直方向の画素間の情報を補正し、画像の拡大において、画素間の情報を対応する画素に割り当てて再生することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおける信号処理方法であって、該処理方法により、映像の水平方向、垂直方向の画素間の情報を補正し、映像の拡大において、画素間の情報を対応する画素に割り当てて再生することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 において、水平方向、垂直方向に入力された新規な画素信号に、該画素の次の画素信号に相当する信号値として、前回入力あるいは補正されたフレームの画素値を用いることを特徴とする信号処理方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 9 ないし 2 1 のいずれかにおいて、水平方向、垂直方向の画素に対しての補正のみでなく、斜め方向の画素間、フレーム間の補正值も演算し、同一画素に対して複数回の演算値が存在する場合はその平均値をその画素の信号値とすることを特徴とする信号処

10

20

30

40

50

理方法。

【請求項 2 3】

信号処理装置を構成するコンピュータに搭載され、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理プログラムであって、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記離散信号のひとつの離散間隔内で有効であり、かつ、複数の離散信号の重み付け加算値を係数とする時間あるいは位置の多項式関数を定義させる機能と、

前記ひとつの離散間隔を含む複数のサンプリング間隔に対応する複数の前記離散信号を一括して入力する機能と、

前記複数の前記離散信号を記録する機能と、

前記複数の離散信号値の加減算により前記多項式関数の係数値を求めする機能と、

前記多項式関数により前記離散信号間隔内の信号を演算し再生する機能、

とを実現させることを特徴とする信号処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は時系列に入力あるいは記録装置から読み出された音声や映像、あるいは図形や画像など位置（画素）に対応した信号情報のデジタルデータを、連続的に変化するアナログ信号データに変換する技術、および、画像、映像エリアの拡大において新たに生成する画素のデータをデジタル的に再生する技術、映像や音声データのサンプル周波数変換

10

20

【背景技術】

【0002】

従来信号再生方法として、特許文献1や特許文献2などがある。これらの方法においては、2次の区分多項式関数を標本化関数として、該標本化関数の2次の係数値のみと4点の標本値（サンプル値）のとの積和を毎サンプリング毎に演算し、該積和の大きさを電圧値に変換して出力し、該電圧値を2回の積分回路を通して連続したアナログ信号として出力している。この従来技術によれば、サンプリング開始時の信号再生が困難であり、区分多項式の1次、0次の計数値に対する信号量が積分器の初期値設定として毎サンプリング時に与えられないと再生されないという問題がある。

30

【0003】

また、従来技術はデジタル信号をアナログ信号に変換する技術であり、デジタル信号をさらに細分化したデジタル信号への変換は含まれない。

【0004】

また、PCT出願されている特許文献3は、有限台の標本化関数を用いることにより、離散データに対する畳み込み演算を行って離散データ間の値を補間することを提案している。しかしこの方法においては標本化関数および畳み込み演算を離散データの入力毎に、毎回行う必要があり、処理の高速性が困難となる。

【0005】

【特許文献1】特許2000-13226号公報

40

【0006】

【特許文献2】特開2000-36748号公報

【特許文献3】再公表特許 国際公開番号W099/38090号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明においては、従来技術で困難であった信号の再生精度を向上し、演算の高速性を向上させ、さらに演算周期の低周期化により、処理装置の機能向上や低コスト化を図ることが可能な信号処理方法および装置を提供するにある。そのための、本発明において解決しようとする課題は、離散信号間の信号補間のための関数を規定し、その関数に基づき、

50

離散信号の連続信号化、離散信号の値域拡大における信号間の補間信号生成を行うことにある。さらにこの信号処理方法を実際の装置に適用することにより、処理方法の特徴を活かした演算処理方法を採用することが可能となり、演算装置の稼働率の逡減あるいは低コスト化を図ることができる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の特徴は、信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理方法であって、サンプリングされた離散信号値およびその和差で求められる値を前記多項式関数の係数値として、前記離散信号間の信号を再生することにある。

10

【0009】

本発明の他の特徴は、信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散信号間隔内の補間処理を行なう信号処理方法であって、前記多項式関数は、前記離散信号のひとつの離散間隔内で有効であり、かつ、複数の離散信号の重み付け加算値を係数とする時間あるいは位置の多項式関数であり、前記ひとつの離散間隔を含む複数のサンプリング間隔に対応する複数の前記離散信号を一括して入力し、該複数の離散信号値の加減算により前記多項式関数の係数値を求め、前記多項式関数により前記離散信号間隔内の信号を演算し再生することにある。

【0010】

本発明の他の特徴は、信号処理装置により、有限区間で定義される多項式関数を用いて離散入力データの補間処理を行なう信号処理方法であって、連続した複数のサンプリング間隔に対応する複数の離散入力データの重み付け加算値を係数とする時間あるいは位置の前記多項式関数により、少なくとも2つの離散入力データの間における連続あるいはより細区分化された離散するデータ列を演算、出力し、前記離散入力データを連続あるいは細区分化された時間あるいは位置のデータに変換することにある。

20

【0011】

本発明の他の特徴は、サンプリングされる離散信号間隔内の補間処理を、有限区間で定義される多項式関数を用いて行なう信号処理装置であって、前記サンプリング間隔の整数倍の周期で複数のサンプリングデータを同時に信号処理装置に入力する複数離散信号保持部と、該入力されたサンプリングデータを前回入力した複数データと合わせ、該複数データの重み付け加算値を多項式関数の係数とする係数値演算部と、前記多項式関数及び前記係数により前記サンプリング間の信号を生成する多項式関数演算部とを持つことにある。なお、同時に入力するとは、実質的に同じタイミングで入力することを意味する。

30

【0012】

本発明によれば、離散情報として入力されるデジタル信号と標本化関数との積和演算として生成される多項式関数、あるいは入力される複数のデジタル信号の包絡線を近似して得られる多項式関数をあらかじめ求めておき、サンプリングされたデジタル信号値を入力し、上記関数関係に従ってサンプリング間隔内の信号を離散的あるいは連続的に生成する。

【発明の効果】

40

【0013】

本発明によれば、離散信号の連続信号化、離散信号の値域拡大における信号間の補間信号生成を行う場合に、演算周期をサンプリング周期の数分の1に減少することが可能となり、信号の再生精度を向上し、演算の高速性を向上させることができる。また、より高周波のサンプリング周期への対応が可能となる。さらにまた、演算周期の低周期化により、処理装置の機能向上や演算装置の稼働率の逡減あるいは低コスト化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

最初に、本発明の信号変換原理について説明する。

図1は、本発明の適用対象となる信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

50

この実施例は、CD（コンパクトディスク）などに離散信号として記録された音響データをアナログ波形として再生する場合の信号変換例である。CDに記録された音響の離散信号は通常44.1 kHz（周期約22.7 ms）となっており、この離散信号を入力し、連続した音響波形として出力する。図において、1は入力信号源、例えばアナログ信号を記録したCD装置、2は信号対象となる信号処理装置である。信号処理装置2は、複数離散信号保持手段3、近似された多項式関数の係数値を求める係数値演算部4、近似された多項式関数を用いて離散信号の補間処理を行なう多項式関数演算部5を備えている。

【0015】

入力信号源1からは、入力信号としてビット列信号6が信号処理装置2に入力される。複数離散信号保持手段3はサンプリング周期毎に連続した複数のサンプリング間隔に対応する複数の離散信号を一括して取り込んで保持し、数値化された音声データの離散信号7を出力する。係数値演算部4では、近似された多項式関数すなわち有限区間で定義されるDA変換関数のパラメータ（係数値）8を複数の離散信号から演算で求めて出力する。多項式関数演算部5は、上記係数値を用いてDA変換関数により離散信号を補間処理し、補間された出力波形信号9例えばアナログ信号を信号処理装置2の出力信号10として出力する。

【0016】

なお、本発明の特徴は離散信号をより細かな離散信号に変換することにあるので、信号処理装置2の処理対象は、アナログ-アナログ変換に限らない。デジタル-デジタル変換、例えば、低周期でサンプリングされたデジタル信号を補間処理されたより高周期のデジタル信号として出力する場合や、アナログ-デジタル変換、デジタル-アナログ変換も含まれる。以下の例では、アナログ信号のサンプリング値を入力信号とし、補間処理されたアナログ信号として出力する場合を主体にして述べる。

【0017】

アナログ信号波形は、図2Aに示すようにAD変換器を介してサンプリングされ、離散信号列としてデジタル信号に変換される。このとき、サンプリング周期は通常等間隔で行われるが、信号の圧縮や間引き処理が行われる場合は不等間隔で離散値化される場合もある。本発明においては、いずれの場合も対応可能であるが、説明の簡単化のために等間隔で離散値化されたデータを対象に説明し、不等間隔の場合の処理については本発明の変形例として述べることにする。上記の離散信号はデジタル演算器により加工され、ディスプレイなどへのデジタル出力、あるいはDA変換器を介してのアナログ信号として出力される。最近ではデジタル技術の進展により、入力信号そのものが離散信号として存在しているものが多く、本発明も信号処理装置2への入力信号は離散信号として扱う。

【0018】

図2Bで、離散間隔とその拡大について説明する。この図は、AD変換器を介して入力あるいはデジタル記憶装置に格納されているデータを読み出し、線画、計測データ、画像、図形、映像などのデータや情報を時間的あるいは位置的に拡大してデジタル的に表示、印刷、あるいは再記憶させる場合で、離散化されたデジタルデータをさらに細分化された離散データに変換する例である。

【0019】

図2Bの(1)においては、テレビの走査ライン上の位置（例えば画素位置）10、20、30、・・・における輝度情報を100、200、300、・・・とするととき、該輝度情報100、200、300、・・・を結ぶ曲線を近似関数 $f(x)$ で表す。但し x は画素間の距離 L で標準化した画素間の任意の位置までの距離である。

【0020】

この情報を3倍に拡大したとき、画素の位置関係は図2Bの(2)のようになり、元の画素間距離が3倍になることから、その画素間に新たな画素11、12、21、22、・・・が存在することになる。この新たな画素における輝度情報を上記近似関数 $f(x)$ から求める。すなわち、位置 x を $3L$ で標準化した距離とし、11、12、21、22、・・・における輝度情報値101、102、201、202、・・・を再生信号として割り

10

20

30

40

50

当てる。N倍の場合はxをNLで標準化して新規に発生する各画素位置に対応した輝度情報を演算する。

【0021】

上述した信号処理方法について、さらに具体的に説明する。

波形の関数近似としてよく知られた方法に、前述した特許文献3に記載の発明のように、標準化関数の適用がある。

【0022】

これは、例えば、図3に示す関数により、標本位置(サンプル点)に対する標本値 $h(x)$ を多項式で表す。図3の場合は、下記の区分多項式で表される。

【0023】

【数1】

$$\begin{aligned}
 -2 \leq x < -3/2 & \quad h(x) = (-x^2 - 4x - 4) / 4 \\
 -3/2 \leq x < -1 & \quad = (3x^2 + 8x + 5) / 4 \\
 -1 \leq x < -1/2 & \quad = (5x^2 + 12x + 7) / 4 \\
 -1/2 \leq x < 1/2 & \quad = (-7x^2 - 4) / 4 \\
 1/2 \leq x < 1 & \quad = (5x^2 - 12x + 7) / 4 \\
 1 \leq x < 3/2 & \quad = (3x^2 - 8x + 5) / 4 \\
 3/2 \leq x \leq 2 & \quad = (-x^2 + 4x - 4) / 4 \\
 x < -2, x > 2 & \quad h(x) = 0
 \end{aligned}$$

10

20

【0024】

上式はフルーエンシDA関数としてよく知られる関数である。その他多くの標準化関数が公表されているが、非連続関数、指数関数などを含む関数が多く、以下では説明を簡単にするために、前記フルーエンシDA関数の場合について述べる。

【0025】

標準化関数を $h(x)$ とするとき、 $x = \tau_k$ のときの標本値(サンプリング値)を $f_s(\tau_k)$ とすると近似関数 $f(x)$ は下記式で表される。

【0026】

【数2】

$$f(x) = \sum_{k=1}^n f_s(\tau_k) h(x - \tau_k)$$

30

【0027】

例えば前記フルーエンシDA関数の場合、図4に太線で示すような波形に対して、 $\tau_k = -1, 0, 1, 2$ とすると、 x の区間 $[0, 1]$ における関数 $f(x)$ は下記式で近似される。

【0028】

【数3】

$$f(x) = f_s(-1)h(x+1) + f_s(0)h(x) + f_s(1)h(x-1) + f_s(2)h(x-2)$$

40

【0029】

上式に $h(x)$ を代入し、整理すると、式(1)、(2)のように表すことができる。

【0030】

【数4】

(1) $0 \leq x < 1/2$ のとき

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{1}{4} [f_s(-1)(3x^2 - 2x) + f_s(0)(-7x^2 + 4) + f_s(1)(5x^2 + 2x) + f_s(2)(-x^2)] \\
 &= \frac{1}{4} [3f_s(-1) - 7f_s(0) + 5f_s(1) - f_s(2)]x^2 - \frac{1}{2} [f_s(-1) - f_s(1)]x + f_s(0)
 \end{aligned}$$

.....(1)

(2) $1/2 \leq x < 1$ のとき

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{1}{4} [f_s(-1)(-(x-1)^2) + f_s(0)(5(x-1)^2 - 2(x-1)) + f_s(1)(-7(x-1)^2 + 4) + f_s(2)(3(x-1)^2 + 2(x-1))] \\
 &= \frac{1}{4} [-f_s(-1) + 5f_s(0) - 7f_s(1) + 3f_s(2)]x^2 + \frac{1}{2} [f_s(0) - f_s(2)]x + f_s(1)
 \end{aligned}$$

但し $\zeta = 1-x$ (2)

10

20

30

40

【0031】

上式(1)、(2)は標本値の入れ替えにより全く同形の式となっており、関数演算器をひとつにまとめることができる。

いずれにしても、上述の関数は、変数 x の区間 $[0, 1]$ における多項式関数が x の 2 次式で表されることを示す。

【0032】

他の関数近似の方法として、離散信号の包絡線を関数化する方法がある。図5に示す例で説明する。図5に示す離散信号の中から $n+1$ 個の信号値を通る包絡線関数は n 次の関数で近似される。例えば、 $x = -1, 0, 1$ の 3 点における信号値を通る関数は下記の 2 次式(3)で表すことができる。

50

【 0 0 3 3 】

【 数 5 】

$$f_1(x) = \left(\frac{f_s(-1) + f_s(1)}{2} - f_s(0) \right) x^2 + \frac{f_s(1) - f_s(-1)}{2} x + f_s(0) \quad \dots\dots(3)$$

【 0 0 3 4 】

同様に、 $x = 0, 1, 2$ の 3 点を通る関数は、下記の 2 次式 (4) で表すことができる。

【 0 0 3 5 】

【 数 6 】

$$f_2(x) = \left(\frac{f_s(0) + f_s(2)}{2} - f_s(1) \right) (x-1)^2 + \frac{f_s(2) - f_s(0)}{2} (x-1) + f_s(1) \quad \dots (4)$$

【 0 0 3 6 】

上記二つの式 (3)、(4) は x の区間 $[0, 1]$ で重なった関係にあり、 x の増加方向に対する近似関数と、 x の減少方向に対す近似関数が異なる

ここでは上記 2 式の平均を近似関数とする。すなわち下記の式 (5) で表すことができる

【 0 0 3 7 】

【 数 7 】

$$f(x) = \frac{1}{2} [f_1(x) + f_2(x)]$$

$$= \left(\frac{-f_s(-1) + f_s(0) + f_s(1) - f_s(2)}{4} \right) x(1-x) + f_s(0)(1-x) + f_s(1)x \quad \dots\dots(5)$$

【 0 0 3 8 】

ここで、上式 (5) の意味合いを分析すると、第 2 項、第 3 項は図 6 に示すサンプリング点 $x = 0, 1$ において頂点となる、周期 1 の鋸波 (太線、細線) を DA 関数とし、第 1 項は、 $x = 1/2$ を軸とし、 $x = 0, 1$ で 0 となる周期 1 の放物線関数を補正関数とする合成関数とみなすことができる。なお、第 2 項、第 3 項の関数としては、周期 2 の三角波を用いても同じである。

【 0 0 3 9 】

従って、いずれの場合でも、有限区間で定義される関数を DA 変換関数として、サンプリングされた離散信号値およびその和差で求められる値を関数の係数値として、サンプリング間の信号を再生することを示す。変数 x が連続の場合は離散信号を連続信号に、 x が区間内の分割値 (分数値) の場合は、離散信号を、より細かな離散信号に変換する関係となる。

【 0 0 4 0 】

本発明は、上記の信号変換原理に基づき、離散信号を連続信号あるいは区間分割された離散信号に変換する信号処理方法および装置を提供するものであり、以下実施例に従って具体的に説明する。

【 0 0 4 1 】

本発明の実施例を具体的に説明する前に、本発明における信号の扱い方について述べる。前述したように、本発明においては、入力された離散信号をアナログ信号あるいは離散間隔をより狭くした離散信号に変換するもので、その変換に近似関数を用いる点に特徴がある。その近似関数としては有限区間で定義された標本化関数、 n 次の区分多項式、など

10

20

30

40

50

であり、その係数値を入力された複数の離散信号値を加減算して決定する。n次の多項式近似の場合、入力された離散信号順序の順方向での近似関数と逆順序方向での近似関数で通常係数値が異なるため、同一区間における関数の平均値を用いる。

【0042】

例えば、前記2次の近似関数の場合、順方向、逆順方向とも2次関数は3点の離散信号で表すことが可能であるが、 $x = -1, 0, 1$ の時の離散信号から近似した関数と、 $x = 0, 1, 2$ の時の離散信号から近似した関数とを平均し、 $0 \leq x \leq 1$ において2つの関数が重複しているため、その平均関数をその区間の近似関数とする。その結果、4点の入力離散信号で2次の近似関数を構成することになる。

【0043】

n次の関数で近似する場合、 $n + 1$ 点の信号値があれば近似関数を求めることができるが、離散信号を一つずつずらしてn次の関数で近似していくと、 $2n$ 点の離散値からその中央部の区間はn本のn次式が重複することになり、その平均関数として、 $2n$ 点の離散信号によるn次式が導かれる。

【0044】

以上のことから2次式で近似する場合は、4点の離散信号で中央の1区間の補間関数が決定でき、6点の離散信号があれば、間の4点の離散信号間(3区間分)の補間関数が同時に決定されることになる。

【0045】

このことから、本発明においては、図7に示すように、6点($t_{k-1}, \dots, t_k + 4$)の離散信号から、間の4点($t_k, \dots, t_k + 3$)で挟まれる3区間の補間関数を決定する。しかも、6点の離散信号は、後の3点の離散信号値が、次の6点の離散信号と重複する関係にあることを利用し、サンプリング時間 $3(k+1)$ で離散信号を3点毎入力し、前回 $3(k+1)$ に入力した3点と合わせて6点の離散信号とし、間の3区間の補正関数を決定する。

【0046】

図8は、本実施例の信号処理装置2を、DVDやCDの映像、音声信号の再生装置に組み込む場合の構成の概要を示す。複数離散信号保持手段3は、サンプリング周期($15.625 \mu s$ または $31.25 \mu s$)毎に連続した3つのサンプリング間隔から離散信号を3点毎(t_{k-1}, t_k, t_{k+1})、($t_{k+2}, t_{k+3}, t_{k+4}$)を一括して取り込んで保持する。係数値演算部4及び多項式関数演算部5では、間の4点($t_k, \dots, t_k + 3$)で挟まれる3区間の補間関数を演算処理により決定する。

【0047】

以上の信号の扱い方により、本発明の実施の一形態としての信号処理装置2として、図9に示す構成がある。図9の例は、入力された離散信号を多項式関数すなわち有限区間で定義されるDA変換関数として前述のフルーエンシDA関数(1)(2)式を用いてアナログ信号に変換する場合であり、 x 、 t が時間の場合を示す。901はデジタル演算部、902はアナログ演算部、903は離散信号の入力源、904は入力された離散信号を記憶するレジスタあるいはメモリ、905はスイッチ、906は演算のためのレジスタあるいはメモリ、907は係数値格納メモリ、908は積分器、909は掛け算器、910は加算器である。デジタル演算部901のレジスタあるいはメモリ904が複数離散信号保持手段3、スイッチ905、レジスタあるいはメモリ906及び係数値格納メモリ907が多項式関数の係数値を求める係数値演算部4、アナログ演算部902(908~910)が近似された多項式関数を用いて離散信号の補間処理を行なう多項式関数演算部5の機能を備えている。

【0048】

時間 x 、 t は、離散信号のサンプリング間隔を T とすると、図10に示すような $T/2$ で+、-に切り替わる方形波信号と積分器を使って発生することができる。すなわち、図10の(1)の方形波を第1段の積分器に与えると、図10の(2)の三角波が発生し、時間が $T/2$ 以下のとき x 、 $T/2$ 以上のとき $-x$ の信号となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

図 9 のアナログ演算部 9 0 2 は、図 1 0 の時間関数発生方法を適用し、各積分器の出力に (1) (2) 式の係数項を乗じて、関数 $f(x)$ を発生させる実施例である。

【 0 0 5 0 】

図 1 1 は、図 9 のアナログ演算部 9 0 2 (多項式関数演算部 5) の変形例で、各方形波の大きさを (1) (2) 式の係数値に設定すれば、それぞれの積分値が二次項、一次項、定数項として演算され、その和が関数値 $f(x)$ となることを示している。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 は、(5) 式でアナログ信号に変換する一例で、変数 x が時間の場合を示す。但し、変数 x は実時間 t を信号の離散時間間隔 で割った値である。1 1 0 1 は高さ 1 相当の一定電圧発生器である。1 1 0 2 は時間 ごとにパルス信号を発生するパルス発生器である。そのパルス信号 1 1 1 0 は多項式関数演算部 5 の一部を構成する積分器 1 1 0 3 のリセット、シフトレジスタのデータ転送に使用する。積分器 1 1 0 3 は一定電圧発生器 1 1 0 1 の出力信号を積分し、その出力は $x = t /$ となる。時間 ($x = 1$) ごとにパルス発生器 1 1 0 2 の出力信号 1 1 1 0 で 0 にリセットされる。1 1 0 4 は一定電圧発生器 1 1 0 1 と積分器 1 1 0 3 の出力の差、すなわち $1 - x$ を演算し出力する減算器である。

【 0 0 5 2 】

複数離散信号保持手段 3 として、4 個のメモリとシフト制御器を持つシフトレジスタ 1 1 0 5 があり、信号 $f_s(k)$ を入力し、メモリには入力側から次の順に記憶されている。

【 0 0 5 3 】

【 数 8 】

$$f_s(2), f_s(1), f_s(0), f_s(-1)$$

【 0 0 5 4 】

本シフトレジスタはパルス発生器 1 1 0 2 の出力信号 1 1 1 0 でシフトレジスタの 1 メモリごとに右にシフトされ、 $f_s(2)$ のところに次の新規入力信号 $f_s(k)$ が記憶される。

【 0 0 5 5 】

1 1 0 6 は 4 個のメモリの内容から、次式を演算する演算器であり、係数値演算部 4 の機能を備えている。

【 0 0 5 6 】

【 数 9 】

$$\left(\frac{-f_s(-1) + f_s(0) + f_s(1) - f_s(2)}{4} \right)$$

【 0 0 5 7 】

また、多項式関数演算部 5 の一部を構成するものとして、1 1 0 7 は該演算器 1 1 0 6 の出力を電圧値に変換する D A 変換器、1 1 0 8、1 1 0 9 はシフトレジスタのメモリ内容 $f_s(0)$ 、 $f_s(1)$ の信号値を電圧値に変換する D A 変換器である。1 1 1 1 は 1 1 0 6 の出力と D A 変換器 1 1 0 7 の出力信号との積を演算し、1 1 1 2 は乗算器 1 1 1 1 と D A 変換器 1 1 0 9 との加算演算を行う。1 1 1 3 は乗算器で、加算器 1 1 1 2 の出力と積分器 1 1 0 3 の出力、すなわち x との乗算を行う。1 1 1 4 は乗算器で D A 変換器 1 1 0 8 の出力と加算器 1 1 0 4 の出力、すなわち $1 - x$ との乗算を行い、1 1 1 5 の加算器で乗算器 1 1 1 3 の出力信号を加算し、アナログ信号 1 1 1 6 を出力する。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 の動作を簡単に説明しておく。初期状態で、パルス発生器 1 1 0 2 からのパルス

10

20

30

40

50

信号で積分器 1103 はリセットされ、同時にパルス信号はシフトレジスタ 1105 のシフト制御器に入力される。シフト制御器は、入力信号 $f_s(k)$ をシフトレジスタ 1105 の第 1 番目のメモリにセットする。パルス発生器 1102 は時間ごとにパルスを発生し、その信号で、積分器 1103 は出力信号が零にリセットされ、シフトレジスタ 1105 は、3 番目のメモリ値を 4 番目のメモリに、2 番目のメモリ値を 3 番目のメモリに、1 番目のメモリ値を 2 番目のメモリに、入力信号を 1 番目のメモリにそれぞれ転送する。

【0059】

演算器 1106 はシフトレジスタ 1105 の各メモリ値を読み出し、前述の (5) 式第 1 項の係数値を演算し、DA 変換器 1107 に出力する。同時に 3 番目、2 番目のメモリに格納されている $f_s(0)$ 、 $f_s(1)$ の各メモリ値も DA 変換器 1108、1109 10 に出力される。各 DA 変換器の出力は電圧信号に変換され、多項式関数演算部 5 (1111 ~ 1115) の各演算要素に入力されて出力信号 1116 を生成する。この信号 1116 がアナログ再生信号となる。

【0060】

図 9、図 11、図 12 では離散信号をアナログの連続信号に変換する例を示したが、映像表示装置などは画素単位の離散信号で扱われる。そのため、入力の離散信号を、信号間隔、例えば入力信号の画素間隔を表示器などの画素間隔に変換して、離散信号として出力することが求められる。その変換に対しても、本発明は容易に対応可能である。

【0061】

すなわち、前述した (1) (2) 式あるいは (5) 式において、入力離散信号 $f_s(k)$ 20 (k) を取り込み、入力信号の画素間隔 L_1 を N 倍に拡大する場合、出力装置の画素間隔を L_2 としたとき、変数 x を $x = (k \cdot L_2) / (N \cdot L_1)$ と置き、 k を出力装置の画素の順番 (位置) として、出力装置の各画素位置における信号値を演算する。同一表示装置で映像を拡大する場合は $L_1 = L_2$ であることから、 $x = k / N$ で変換するのみでよい。

【0062】

図 13 はその変換装置の一例である。6 点 (x_{k-1} 、 \dots 、 x_{k+4}) の離散信号から、間の 4 点 (x_k 、 \dots 、 x_{k+3}) で挟まれる 3 区間の補間関数を決定する。しかも、6 点の離散信号は、後の 3 点の離散信号値が、次の 6 点の離散信号と重複する関係にあることを利用し、離散信号を 3 点毎入力し、前回入力した 3 点と合わせて 6 点の離散信号とし、間の 3 区間の補正関数を決定して関数 (5) 式の演算を行ない、入力信号の画素 30 間隔 L_1 を N 倍に拡大する。

【0063】

以上、本発明を実施例によって具体的に説明したが、入力された離散信号の信号間隔が不均等の場合にも本発明が適用可能であることを付け加えておく。図 14 は入力信号が $x = 0$ の点を挟んで、間隔が 0 、 1 、 2 、 3 となっている場合を示す。そのときの信号値を、

【0064】

【数 10】

$$f_{-1}, f_0, f_1, f_2, f_3, \dots$$

40

【0065】

とする。

【0066】

関数近似の方法として、前述の (5) 式を導いた場合と同じ考え方で、3 点の入力信号値で 2 次関数を当てはめ、 x の区間 $[0, 1]$ における 2 本の近似関数の平均値として、次の関数 (6) を導くことができる。

【0067】

【数 1 1】

$$f_1(x) = \frac{1}{\tau_0 + \tau_1} \left(\frac{f_1 - f_0}{\tau_1} - \frac{f_0 - f_{-1}}{\tau_0} \right) x^2 + \frac{1}{\tau_0 + \tau_1} \left(\frac{\tau_1}{\tau_0} (f_0 - f_{-1}) + \frac{\tau_0}{\tau_1} (f_1 - f_0) \right) x + f_0$$

$$f_2(x) = \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} \left(\frac{f_2 - f_1}{\tau_2} - \frac{f_1 - f_0}{\tau_1} \right) (x - \tau_1)^2 + \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} \left(\frac{\tau_2}{\tau_1} (f_1 - f_0) + \frac{\tau_1}{\tau_2} (f_2 - f_1) \right) (x - \tau_1) + f_1$$

・ ……(6)

【0068】

従って、上式の平均関数として、下記式(7)が導ける。

【0069】

【数 1 2】

$$f(x) = \frac{1}{2} (f_1(x) + f_2(x))$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{\tau_0 + \tau_1} \left(\frac{f_0 - f_{-1}}{\tau_0} - \frac{f_1 - f_0}{\tau_1} \right) + \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} \left(\frac{f_1 - f_0}{\tau_1} - \frac{f_2 - f_1}{\tau_2} \right) \right] x(\tau_1 - x)$$

$$+ f_0 \left(\frac{\tau_1 - x}{\tau_1} \right) + f_1 \left(\frac{x}{\tau_1} \right)$$

・ ……(7)

【0070】

上式(7)の第1項の係数は2本の二次関数の二次微係数の平均を意味し、その基本関数は前述の(5)式と同様に区間[0, τ_1]における放物線関数を表す。第2項、第3項は前述の(5)式と同様に、係数は $x = 0$ および τ_1 における入力信号値であり、関数形は鋸波を表す。

【0071】

したがって、前述の図12、図13で示した実施例と同様の装置で再生信号を生成することができる。また、前述の(1)(2)式で説明したDA関数による関数近似法を用いる場合は、DA関数の標本間隔を対応する入力信号の信号間隔に合わせて関数変換し、該DA関数と入力信号値との積和演算で近似関数の係数値を決定する。

【0072】

なお、本実施例の信号処理装置2の複数離散信号保持手段3、係数値演算部4、及び多項式関数演算部5は、上記各実施からも明らかな通り、各々個別に独立した機能部として構成しても良くまた、これらの複合された機能部として構成しても良い。また、信号処理装置2は、LSIで製作しても良く、あるいはまた、コンピュータのメモリ上にロードされて実行されるプログラムや記憶装置に保持されたデータによって、実現しても良い。すなわち、図15Aに示すように、CPUやメモリ、外部記憶装置、通信制御手段、入出力部を備えた汎用のコンピュータ20上で、データ入力部25、複数離散信号保持機能30、係数値演算部40、及び多項式関数演算部50の各機能を備えたプログラムを実行させることで、信号処理装置2を構成しても良い。このプログラムはコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に保持されており、一定のサンプリング間隔で格納されたデジタル信号を、サンプリング間隔の整数倍の周期で複数のサンプリングデータを同時に入力するデータ入力部と、該入力データを前回入力した複数データと合わせ、該複数データの重み付け加算値を係数とする多項式関数でサンプリング間の信号を生成する演算部の各機能をコンピュータに実行させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

図 1 5 B にプログラムによる信号処理フローの概要を示す。初期設定として、有限区間で有効な D A 変換関数が設定される (S 1 0)。入力信号源 1 からコンピュータ 2 0 に、入力信号としてビット列信号 6 が入力される。データ入力部 2 5 は、C D などの記録媒体に一定のサンプリング間隔で格納されたデジタル信号をデータのサンプリング間隔の 3 倍の周期 (S 1 5) で、3 サンプリングデータを同時に入力する。すなわち、複数離散信号保持機能 3 0 で、図 7 に示したように、サンプリング周期毎に連続した複数のサンプリング間隔から複数の離散信号を一括して取り込んで保持する (S 2 0)。

【 0 0 7 4 】

係数値演算部 4 0 は、複数の離散信号から近似された多項式関数すなわち有限区間で定義される D A 変換関数のパラメータ (係数値) を、前記実施例と同じように演算で求めて出力する (S 2 5)。

【 0 0 7 5 】

多項式関数演算部 5 0 は、前記実施例と同じように、上記係数値を用いて D A 変換関数により離散信号を補間処理し (S 3 0)、補間された出力波形信号、例えばアナログ信号を生成して出力する (S 3 5)。

【 0 0 7 6 】

以下、同様に、データのサンプリング間隔の 3 倍の周期で、3 サンプリングデータを同時に入力し、一括して係数値を算出し、離散信号を補間する処理を繰り返す (S 4 0、S 4 5)。

【 0 0 7 7 】

以上、本発明の実施形態について述べたが、本発明の適用先として、音響再生装置、映像信号再生装置、表示装置、デジタルカメラ、カラープリンタ、印刷機など種々のメディア装置の他、プラントやロボットなどの制御装置における信号処理方法としても適用可能であることは自明である。例えば、画素数の比較的少ないデジタルカメラにより撮影された画像を、本発明の信号処理方式で処理して高ドット化しカラープリンタで出力することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 8 】

【 図 1 】 本発明の適用対象となる信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

【 図 2 A 】 本発明における入力離散信号についての説明図。

【 図 2 B 】 本発明における離散間隔拡大における処理の説明図。

【 図 3 】 本発明の標本関数の一例を示す図。

【 図 4 】 本発明の標本関数による関数近似の説明図。

【 図 5 】 本発明の関数近似の他の実施形態の説明図。

【 図 6 】 図 5 の実施形態における近似関数の標本関数の説明図。

【 図 7 】 本発明の実施形態における一括処理の説明図。

【 図 8 】 本発明における一括処理の具体的な適用例を示す図。

【 図 9 】 本発明の一実施例になるデジタルーアナログ変換装置の構成図。

【 図 1 0 】 図 9 の実施例における時間相当信号生成の一例を示す図。

【 図 1 1 】 本発明の他の実施例になるデジタルーアナログ変換器の構成図。

【 図 1 2 】 本発明の他の実施例になるデジタルーアナログ変換器の構成図。

【 図 1 3 】 本発明の他の実施例になるデジタルーデジタル変換器の構成図。

【 図 1 4 】 本発明の他の実施例になる不等間隔信号に対する処理の説明図。

【 図 1 5 A 】 本発明の他の実施例になるデジタルーアナログ変換装置の構成図。

【 図 1 5 B 】 図 1 5 A の装置におけるプログラムによる信号処理フローの概要を示す図。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

1 ... 入力信号源、2 ... 信号処理装置、3 ... 複数離散信号保持手段、4 ... 係数値演算部、5 ... 多項式関数演算部、6 ... 入力信号、7 ... 離散信号、8 ... D A 変換関数のパラメータ (

10

20

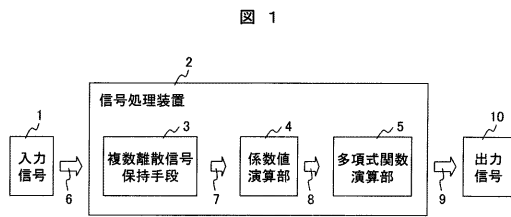
30

40

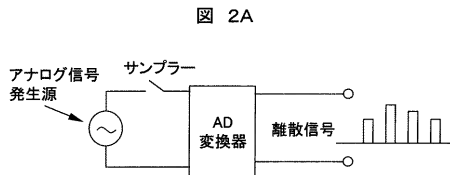
50

係数值)、9...出力波形信号、10...出力信号、901...デジタル演算部、902...アナログ演算部、903...離散信号の入力源、904...レジスタあるいはメモリ、905...スイッチ、906...レジスタあるいはメモリ、907...係数值格納メモリ、908...積分器、909...掛け算器、910...加算器。

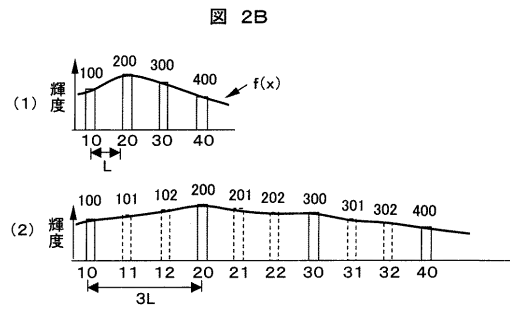
【 図 1 】



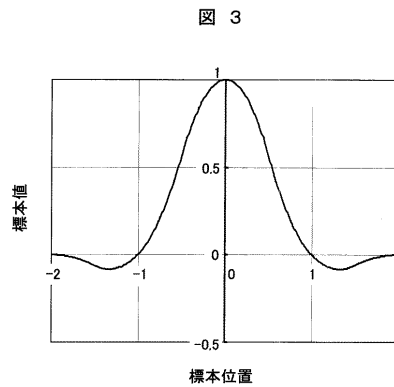
【 図 2 A 】



【 図 2 B 】

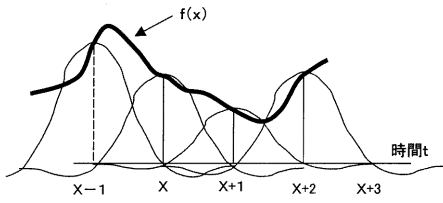


【 図 3 】



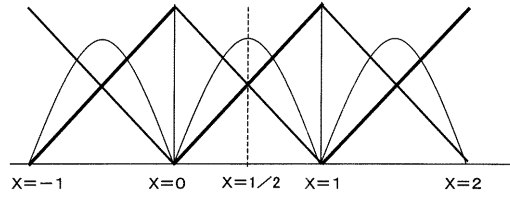
【 図 4 】

図 4



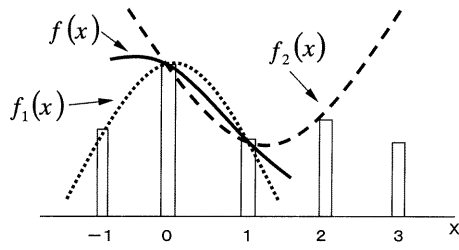
【 図 6 】

図 6



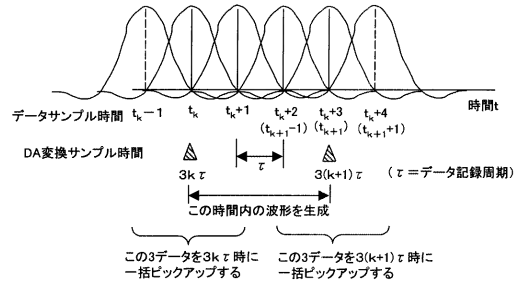
【 図 5 】

図 5



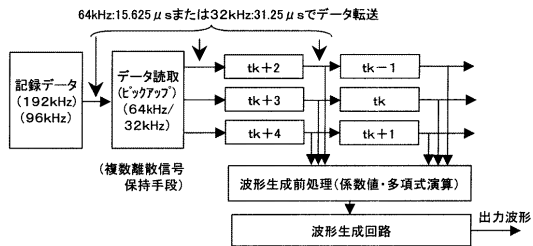
【 図 7 】

図 7



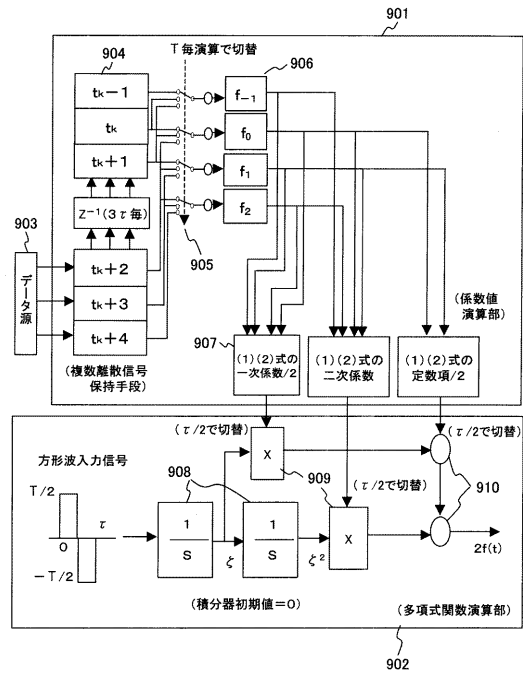
【 図 8 】

図 8

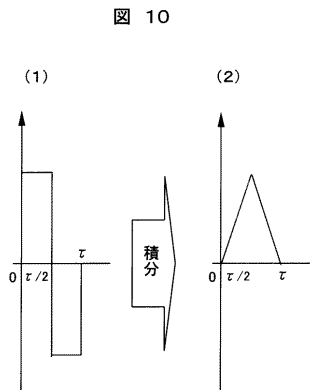


【 図 9 】

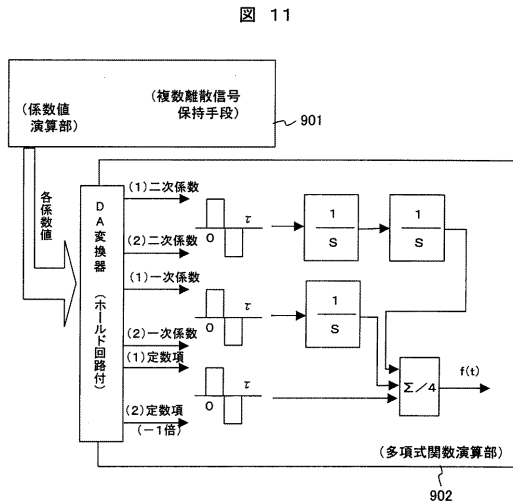
図 9



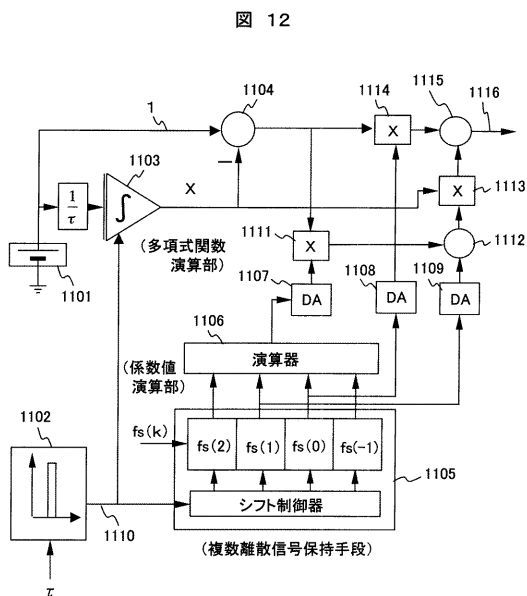
【 図 1 0 】



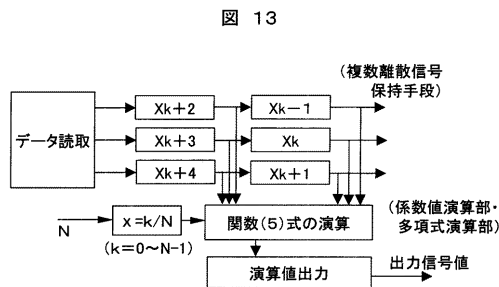
【 図 1 1 】



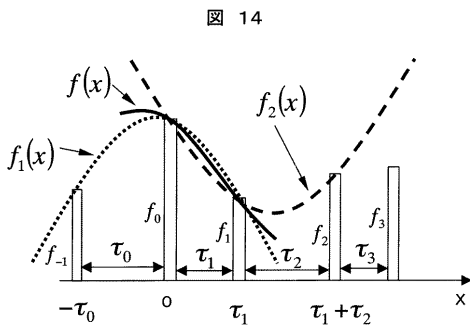
【 図 1 2 】



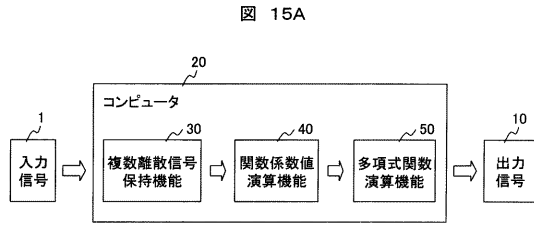
【 図 1 3 】



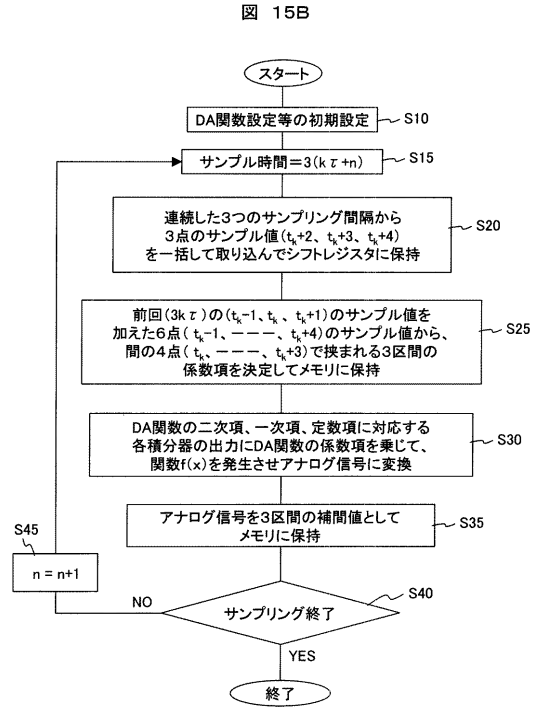
【 図 1 4 】



【 図 1 5 A 】



【 図 1 5 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 諸岡 泰男
茨城県日立市塙山町 2 - 2 - 9

審査官 柳下 勝幸

(56)参考文献 特開2003 - 008925 (JP, A)
特表2002 - 506603 (JP, A)
特開平05 - 235698 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03M1/00 - 1/88