

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成18年11月9日(2006.11.9)

【公開番号】特開2005-148274(P2005-148274A)

【公開日】平成17年6月9日(2005.6.9)

【年通号数】公開・登録公報2005-022

【出願番号】特願2003-383535(P2003-383535)

【国際特許分類】

G 10 L 19/14 (2006.01)

G 10 L 19/02 (2006.01)

G 10 L 11/00 (2006.01)

【F I】

G 10 L 7/04 H

G 10 L 7/04 G

G 10 L 9/16

【手続補正書】

【提出日】平成18年9月21日(2006.9.21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

サンプリング周波数 f_s の入力信号を K 倍(ただし、 K は帯域分割数 M の約数で 1 を含む正整数)にアップサンプリングして、 M 個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ の複素帯域分割信号に分割して出力する信号分析方法であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ (ただし、 N はフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$)、最初と最後のフィルタ係数の値を零、サンプリング時刻 n における入力信号を $x(n)$ とするとき、

入力信号から第1の中間信号 $w_1(n)$ を(数1)によって算出するステップと、

【数1】

$$w_1(n) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i x(mM/K - 2Mi/K - n) h(2Mi + Kn) \quad (0 \leq n \leq 2M/K-1)$$

第1の中間信号から第2の中間信号 $w_2(n)$ を(数2)(ただし、 j は虚数単位)によって算出するステップと、

【数2】

$$w_2(n) = (w_1(n) - jw_1(n+M/K)) K \exp(-j\pi n K/(2M)) \quad (0 \leq n \leq M/K-1)$$

第2の中間信号から高速フーリエ変換で第3の中間信号 $W_3(k)$ を(数3)によって算出するステップと、

【数3】

$$W_3(k) = \sum_{n=0}^{M/K-1} w_2(n) \exp(-j2\pi knK/M) \quad (0 \leq k \leq M/K-1)$$

第3の中間信号から第k帯域（ただし、 $0 \leq k \leq M/K - 1$ ）のサンプリング時刻 mM/K における複素帯域分割出力信号 $X(k, mM/K)$ を、 k が偶数（ $k = 2l$ ）の場合は（数4）（ただし、*は共役複素数、 A は信号分析の位相）、 k が奇数（ $k = 2l + 1$ ）の場合には（数5）、によって算出するステップを備えたことを特徴とする複素指数変調フィルタバンクの信号分析方法。

【数4】

$$X(2l, mM/K) = W3^*(l) \exp(j\pi(4l+1)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

【数5】

$$X(2l+1, mM/K) = W3(M/K-1-l) \exp(j\pi(4l+3)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

【請求項2】

サンプリング周波数 f_s の入力信号を K 倍（ただし、 K は帯域分割数 M の約数で1を含む正整数）にアップサンプリングして、 M 個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K/M$ の複素帯域分割信号に分割して出力する信号分析方法であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ （ただし、 N はフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$ ）、最初と最後のフィルタ係数の値を零、サンプリング時刻 n における入力信号を $x(n)$ とするとき、

入力信号から第1の中間信号 $w1(n)$ を（数6）によって算出するステップと、

【数6】

$$w1(n) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i x(mM/K - 2Mi/K - n) h(2Mi + Kn) \quad (0 \leq n \leq 2M/K-1)$$

第1の中間信号から第2の中間信号 $w2(n)$ を（数7）（ただし、 j は虚数単位）によって算出するステップと、

【数7】

$$w2(n) = (w1(n) + jw1(n+M/K))K \exp(j\pi nK/(2M)) \quad (0 \leq n \leq M/K-1)$$

第2の中間信号から逆高速フーリエ変換で第3の中間信号 $W3(k)$ を（数8）によって算出するステップと、

【数8】

$$W3(k) = \sum_{n=0}^{M/K-1} w2(n) \exp(j2\pi knK/M) \quad (0 \leq k \leq M/K-1)$$

第3の中間信号から第k帯域（ただし、 $0 \leq k \leq M/K - 1$ ）のサンプリング時刻 mM/K における複素帯域分割出力信号 $X(k, mM/K)$ を、 k が偶数（ $k = 2l$ ）の場合は（数9）（ただし、 A は信号分析の位相）、 k が奇数（ $k = 2l + 1$ ）の場合には（数10）（ただし、*は共役複素数）、によって算出するステップを備えたことを特徴とする複素指数変調フィルタバンクの信号分析方法。

【数9】

$$X(2l, mM/K) = W3(l) \exp(j\pi(4l+1)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

【数10】

$$X(2l+1, mM/K) = W3^*(M/K - 1 - l) \exp(j\pi(4l+3)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

【請求項3】

信号分析の位相が、第3の中間信号から複素帯域分割出力信号を算出するステップで乗算を発生しないように設定されていることを特徴とする請求項1ないし2のいずれかに記載の複素指数変調フィルタバンクの信号分析方法。

【請求項4】

M個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ (ただし、Kは帯域分割数Mの約数で1を含む正整数)の複素帯域分割入力信号を合成し、 $1 / L$ 倍 (ただし、LはMの約数で1を含む正整数)にダウンサンプリングして、サンプリング周波数 $f_s K / L$ の信号を出力する信号合成方法であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ (ただし、Nはフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$)、最初と最後のフィルタ係数の値を零、第k帯域のサンプリング時刻 mM/K における複素帯域分割入力信号を $X(k, mM/K)$ とするとき、

複素帯域分割入力信号から第1の中間信号 $W1(k)$ を、 $0 \leq k \leq M/(2L)-1$ に対しては(数11) (ただし、jは虚数単位、*は共役複素数、Bは信号合成の位相)、 $M/(2L) \leq k \leq M/L-1$ に対しては(数12)、によって算出するステップと、

【数11】

$$W1(k) = X(2k, mM/K) \exp(-j\pi kB/M) \quad (0 \leq k \leq M/(2L)-1)$$

【数12】

$$W1(k) = X(2M/L-1-2k, mM/K) \exp(j\pi B(1/L-k/M)) \quad (M/(2L) \leq k \leq M/L-1)$$

第1の中間信号から高速フーリエ変換で第2の中間信号 $w2(n)$ を(数13)によって算出するステップと、

【数13】

$$w2(n) = \sum_{k=0}^{M/L-1} W1(k) \exp(-j2\pi knL/M) \quad (0 \leq n \leq M/L-1)$$

$0 \leq n \leq 2(N-M)/L-1$ に対する第3の中間信号 $w3(n)$ を $w3(n+2M/L)$ にシフトし、 $0 \leq n \leq M/L$ に対する第3の中間信号 $w3(n)$ と $w3(n+M/L)$ を第2の中間信号から(数14) (ただし、Re(x)は複素数xの実部、Im(x)はxの虚部)によって算出するステップと、

【数14】

$$w3(n) = \operatorname{Re}\{w2(n)(1/M) \exp(-j\pi(2Ln+B)/(4M))\} \quad (0 \leq n \leq M/L-1)$$

$$w3(n+M/L) = \operatorname{Im}\{w2(n)(1/M) \exp(-j\pi(2Ln+B)/(4M))\}$$

第3の中間信号からサンプリング時刻 $mM/K + nL/K$ (ただし、 $0 \leq n \leq M/L-1$)における出力信号 $x(mM/K + nL/K)$ を(数15)によって算出するステップを備えたことを特徴とする複素指数変調フィルタバンクの信号合成方法。

【数15】

$$x(mM/K + nL/K) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i \{w3(4Mi/L+n)h(2Mi+Ln) + w3(4Mi/L+3M/L+n)h(2Mi+M+Ln)\}$$

【請求項 5】

M 個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ (ただし、 K は帯域分割数 M の約数で 1 を含む正整数) の複素帯域分割入力信号を合成し、 $1 / L$ 倍 (ただし、 L は M の約数で 1 を含む正整数) にダウンサンプリングして、サンプリング周波数 $f_s K / L$ の信号を出力する信号合成方法であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ (ただし、 N はフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$)、最初と最後のフィルタ係数の値を零、第 k 帯域のサンプリング時刻 mM / K における複素帯域分割入力信号を $X(k, mM / K)$ とするとき、

複素帯域分割入力信号から第 1 の中間信号 $W1(k)$ を、 $0 \leq k \leq M / (2L) - 1$ に対しては (数 1 6) (ただし、 j は虚数単位、 B は信号合成の位相)、 $M / (2L) \leq k \leq M / L - 1$ に対しては (数 1 7) (ただし、* は共役複素数)、によって算出するステップと、

【数 1 6】

$$W1(k) = X(2k, mM / K) \exp(j\pi k B / M) \quad (0 \leq k \leq M / (2L) - 1)$$

【数 1 7】

$$W1(k) = X^*(2M / L - 1 - 2k, mM / K) \exp(j\pi B(k / M - 1 / L)) \quad (M / (2L) \leq k \leq M / L - 1)$$

第 1 の中間信号から逆高速フーリエ変換で第 2 の中間信号 $w2(n)$ を (数 1 8) によって算出するステップと、

【数 1 8】

$$w2(n) = \sum_{k=0}^{M/L-1} W1(k) \exp(j2\pi knL / M) \quad (0 \leq n \leq M/L - 1)$$

$0 \leq n \leq 2(N - M) / L - 1$ に対する第 3 の中間信号 $w3(n)$ を $w3(n + 2M / L)$ にシフトし、 $0 \leq n \leq M / L$ に対する第 3 の中間信号 $w3(n)$ と $w3(n + M / L)$ を第 2 の中間信号から (数 1 9) (ただし、 $\text{Re}(x)$ は複素数 x の実部、 $\text{Im}(x)$ は x の虚部) によって算出するステップと、

【数 1 9】

$$w3(n) = \text{Re}\{w2(n)(1/M) \exp(j\pi(2Ln + B)/(4M))\} \quad (0 \leq n \leq M/L - 1)$$

$$w3(n + M / L) = -\text{Im}\{w2(n)(1/M) \exp(j\pi(2Ln + B)/(4M))\}$$

第 3 の中間信号からサンプリング時刻 $mM / K + nL / K$ (ただし、 $0 \leq n \leq M / L - 1$) における出力信号 $x(mM / K + nL / K)$ を (数 2 0) によって算出するステップを備えたことを特徴とする複素指数変調フィルタバンクの信号合成方法。

【数 2 0】

$$x(mM / K + nL / K) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i \{w3(4Mi / L + n)h(2Mi + Ln) + w3(4Mi / L + 3M / L + n)h(2Mi + M + Ln)\}$$

【請求項 6】

信号合成の位相が、複素帯域分割入力信号から第 1 の中間信号を算出するステップで乗算が発生しないように、設定されていることを特徴とする請求項 4 ないし 5 のいずれかに記載の複素指数変調フィルタバンクの信号合成方法。

【請求項 7】

信号分析の位相 A と信号合成の位相 B が（数 2 1）（ただし、N はプロトタイプフィルタの次数、M は帯域分割数、P は任意の整数）を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の複素指數変調フィルタバンクの信号分析と合成方法。

【数 2 1】

$$A + B + 2N = 8MP$$

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の複素指數変調フィルタバンクの信号分析と合成方法を、コンピュータまたはデジタルシグナルプロセッサに実行させるためのプログラム。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の複素指數変調フィルタバンクの信号分析と合成方法を、コンピュータまたはデジタルシグナルプロセッサに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

【請求項 10】

サンプリング周波数 f_s の入力信号を K 倍（ただし、K は帯域分割数 M の約数で 1 を含む正整数）にアップサンプリングして、M 個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ の複素帯域分割信号に分割して出力する信号分析装置であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ （ただし、N はフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$ ）、最初と最後のフィルタ係数の値を零、サンプリング時刻 n における入力信号を $x(n)$ とするとき、

入力信号から第 1 の中間信号 $w_1(n)$ を（数 2 2）によって算出する第 1 の中間信号生成部と、

【数 2 2】

$$w_1(n) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i x(mM/K - 2Mi/K - n) h(2Mi + Kn) \quad (0 \leq n \leq 2M/K-1)$$

第 1 の中間信号から第 2 の中間信号 $w_2(n)$ を（数 2 3）（ただし、j は虚数単位）によって算出する第 2 の中間信号生成部と、

【数 2 3】

$$w_2(n) = (w_1(n) - jw_1(n + M/K)) K \exp(-j\pi n K / (2M)) \quad (0 \leq n \leq M/K-1)$$

第 2 の中間信号から高速フーリエ変換で第 3 の中間信号 $W_3(k)$ を（数 2 4）によって算出する第 3 の中間信号生成部と、

【数 2 4】

$$W_3(k) = \sum_{n=0}^{M/K-1} w_2(n) \exp(-j2\pi knK/M) \quad (0 \leq k \leq M/K-1)$$

第 3 の中間信号から第 k 帯域（ただし、 $0 \leq k \leq M/K-1$ ）のサンプリング時刻 mM/K における複素帯域分割出力信号 $X(k, mM/K)$ を、k が偶数（ $k = 2l$ ）の場合には（数 2 5）（ただし、* は共役複素数、A は信号分析の位相）、k が奇数（ $k = 2l+1$ ）の場合には（数 2 6）、によって算出する帯域分割出力信号生成部と、

【数 2 5】

$$X(2l, mM/K) = W_3^*(l) \exp(j\pi(4l+1)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

【数26】

$$X(2l+1, mM/K) = W3(M/K - 1 - l) \exp(j\pi(4l+3)A/(4M)) \quad (0 \leq l \leq M/(2K)-1)$$

を備えたことを特徴とする複素指數変調フィルタバンクの信号分析装置。

【請求項11】

M個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ (ただし、Kは帯域分割数Mの約数で1を含む正整数)の複素帯域分割入力信号を合成し、 $1/L$ 倍 (ただし、LはMの約数で1を含む正整数)にダウンサンプリングして、サンプリング周波数 $f_s K / L$ の信号を出力する信号合成装置であって、直線位相非巡回形のプロトタイプフィルタのフィルタ係数を $h(n)$ (ただし、Nはフィルタ次数、 $0 \leq n \leq N$)、最初と最後のフィルタ係数の値を零、第k帯域のサンプリング時刻 mM/K における複素帯域分割入力信号を $X(k, mM/K)$ とするとき、

複素帯域分割入力信号から第1の中間信号 $W1(k)$ を、 $0 \leq k \leq M/(2L)-1$ に対しては (数27) (ただし、jは虚数単位、*は共役複素数、Bは信号合成の位相)、 $M/(2L) \leq k \leq M/L-1$ に対しては (数28)、によって算出する第1の中間信号生成部と、

【数27】

$$W1(k) = X^*(2k, mM/K) \exp(-j\pi kB/M) \quad (0 \leq k \leq M/(2L)-1)$$

【数28】

$$W1(k) = X(2M/L-1-2k, mM/K) \exp(j\pi B(1/L-k/M)) \quad (M/(2L) \leq k \leq M/L-1)$$

第1の中間信号から高速フーリエ変換で第2の中間信号 $w2(n)$ を (数29) によって算出する第2の中間信号生成部と、

【数29】

$$w2(n) = \sum_{k=0}^{M/L-1} W1(k) \exp(-j2\pi knL/M) \quad (0 \leq n \leq M/L-1)$$

$0 \leq n \leq 2(N-M)/L-1$ に対する第3の中間信号 $w3(n)$ を $w3(n+2M/L)$ にシフトし、 $0 \leq n \leq M/L$ に対する第3の中間信号 $w3(n)$ と $w3(n+M/L)$ を第2の中間信号から (数30) (ただし、Re(x)は複素数xの実部、Im(x)はxの虚部) によって算出する第3の中間信号生成部と、

【数30】

$$w3(n) = \operatorname{Re}\{w2(n)(1/M) \exp(-j\pi(2Ln+B)/(4M))\} \quad (0 \leq n \leq M/L-1)$$

$$w3(n+M/L) = \operatorname{Im}\{w2(n)(1/M) \exp(-j\pi(2Ln+B)/(4M))\}$$

第3の中間信号からサンプリング時刻 $mM/K + nL/K$ (ただし、 $0 \leq n \leq M/L-1$) における出力信号 $x(mM/K + nL/K)$ を (数31) によって算出する出力信号生成部と、

【数31】

$$x(mM/K + nL/K) = \sum_{i=0}^{N/(2M)-1} (-1)^i \{w3(4Mi/L+n)h(2Mi+Ln) + w3(4Mi/L+3M/L+n)h(2Mi+M+Ln)\}$$

を備えたことを特徴とする複素指數変調フィルタバンクの信号合成装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

この課題を解決するために、本発明の信号分析方法は、サンプリング周波数 f_s の入力信号を K 倍にアップサンプリングして、 M 個の等帯域幅のサンプリング周波数 $f_s K / M$ の複素帯域分割信号に分割して出力する複素指數変調フィルタバンクの信号分析方法であって、入力信号から第1の中間信号を算出するステップと、第1の中間信号から第2の中間信号を算出するステップと、第2の中間信号から M / K 点の高速フーリエ変換あるいは逆高速フーリエ変換で第3の中間信号を算出するステップと、第3の中間信号から複素帯域分割出力信号を算出するステップと、を備えたことを特徴とする。