

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5941065号
(P5941065)

(45) 発行日 平成28年6月29日 (2016. 6. 29)

(24) 登録日 平成28年5月27日 (2016. 5. 27)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O H 1/46 (2006.01) G 1 O H 1/46

請求項の数 27 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-549386 (P2013-549386)	(73) 特許権者	513175376
(86) (22) 出願日	平成24年1月10日 (2012. 1. 10)		アルネ ワランデル
(65) 公表番号	特表2014-502737 (P2014-502737A)		スウェーデン国, エスー118 24 ス
(43) 公表日	平成26年2月3日 (2014. 2. 3)		トックホルム, タバストガタン 14
(86) 国際出願番号	PCT/SE2012/050009	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02012/096617		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成24年7月19日 (2012. 7. 19)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成26年12月19日 (2014. 12. 19)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	1150008-9	(74) 代理人	100114018
(32) 優先日	平成23年1月11日 (2011. 1. 11)		弁理士 南山 知広
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)	(74) 代理人	100165191
(31) 優先権主張番号	61/431,608		弁理士 河合 章
(32) 優先日	平成23年1月11日 (2011. 1. 11)	(74) 代理人	100151459
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 中村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音の強弱変更

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音響信号に含まれる音 S の強弱を変更する方法であって、

パラメトリック等化器を用いて前記音響信号をろ波するステップであって、該パラメトリック等化器は第 1 利得 G1 と、前記音 S のピッチ周波数 f_p に関する共振周波数 f_r とを有する、ステップと、

前記音響信号を第 2 利得 G2 で増幅するステップであって、該第 2 利得 G2 は前記第 1 利得 G1 に依存する、ステップと

を備え、

前記強弱の前記変更は、少なくとも部分的にエンベロープの値に基づいて行われることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記第 2 利得 G2 は、前記第 1 利得 G1 の反転に本質的に等しい値、 $G2 = -G1$ を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 2 利得 G2 は、第 1 係数 k_1 を乗じた前記第 1 利得 G1 の反転に等しい値、 $G2 = -k_1 * G1$ を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 利得 G1 は正の値、 $G1 > 0$ を有し、それによって前記音 S の強さが減少することになる、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記第 1 利得 G_1 は負の値、 $G_1 < 0$ を有し、それによって前記音 S の強さが増加することになる、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記ろ波ステップは、前記増幅ステップの前に行われる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記共振周波数 f_r は、前記ピッチ周波数 f_p に本質的に等しい、すなわち、 $f_r = f_p$ である、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記共振周波数 f_r は、第 2 係数 k_2 を乗じた前記ピッチ周波数 f_p に等しい、すなわち、 $f_r = k_2 * f_p$ である、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 9】

前記パラメトリック等化器は、
前記第 1 利得 G_1 と、
前記共振周波数 f_r と、
 Q 値と、
の集合のうち少なくとも一つのパラメータについて適応型の値を有する、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記少なくとも一つのパラメータは少なくとも部分的に無作為に変更される、請求項 9 に記載の方法。

20

【請求項 11】

前記第 2 利得 G_2 は、前記音 S に含まれる複数の周波数にわたって本質的に等しい値を有する、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記強弱の前記変更は、前記音 S の期間に動的に行われる、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記音 S は、少なくとも二つの音、 S_1 、 S_2 の組合せである、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 14】

前記パラメトリック等化器は少なくとも二つの縦続するフィルタを含む、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記強弱変更はまた、前記音 S の基本周波数とは別の少なくとも一つの側音も除去する、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

計算機内で実行したとき、該計算機に請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の方法を実行させるコード手段を特徴とする計算機プログラム。

40

【請求項 17】

請求項 16 に記載の計算機プログラムを記憶させた計算機可読記憶媒体。

【請求項 18】

音響信号に含まれる音 S の強弱を変更する装置であって、
前記音響信号をろ波するようにしたパラメトリック等化器であって、該パラメトリック等化器は第 1 利得 G_1 と、前記音 S のピッチ周波数 f_p に関する共振周波数 f_r とを有する、パラメトリック等化器と、
前記音響信号を第 2 利得 G_2 で増幅するようにした増幅器であって、該第 2 利得 G_2 は前記第 1 利得 G_1 に依存する、増幅器と

を備え、

50

前記強弱の前記変更は、少なくとも部分的にエンベロープの値に基づいて行われることを特徴とする装置。

【請求項 19】

前記第 2 利得 G_2 は、前記第 1 利得 G_1 の反転に本質的に等しい値、 $G_2 = -G_1$ を有する、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

前記第 2 利得 G_2 は、第 1 係数 k_1 を乗じた前記第 1 利得 G_1 の反転に等しい値、 $G_2 = -k_1 * G_1$ を有する、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 21】

前記第 1 利得 G_1 は正の値、 $G_1 > 0$ を有し、それによって前記音 S の強さが減少することになる、請求項 18 ~ 20 のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項 22】

前記第 1 利得 G_1 は負の値、 $G_1 < 0$ を有し、それによって前記音 S の強さが増加することになる、請求項 18 ~ 20 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 23】

前記共振周波数 f_r は、前記ピッチ周波数 f_p に本質的に等しい、すなわち、 $f_r = f_p$ である、請求項 18 ~ 22 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 24】

前記共振周波数 f_r は、第 2 係数 k_2 を乗じた前記ピッチ周波数 f_p に等しい、すなわち、 $f_r = k_2 * f_p$ である、請求項 18 ~ 22 のいずれか一項に記載の装置。

20

【請求項 25】

前記パラメトリック等化器は、
前記第 1 利得 G_1 と、
前記共振周波数 f_r と、
 Q 値と、
の集合のうち少なくとも一つのパラメータについて適応型の値を有する、請求項 18 ~ 24 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 26】

前記第 2 利得 G_2 は、前記音 S に含まれる複数の周波数にわたって本質的に等しい値を有する、請求項 18 ~ 25 のいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項 27】

前記強弱の前記変更は、前記音 S の期間に動的に行われる、請求項 18 ~ 26 のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響信号に含まれる音 S の強弱を変更する方法に関する。

【0002】

本発明はまた、音響信号に含まれる音 S の強弱を変更する装置にも関する。

【0003】

本発明はまた、計算機プログラムにも関する。

40

【背景技術】

【0004】

シンセサイザ、ミキサ及び電気楽器のような、音の処理及び/又は音の生成に用いられる電気装置に関して、音が聴取者にできる限り実際の音に近く知覚されるように生成又は再生できることが非常に重要である。音楽分野においては、例えば楽器又は声から発生された音又は楽音 (tone) の強弱 (musical dynamics) は、一般に当該音又は楽音 (note) の知覚される音量、すなわち当該音の知覚される強さ (loudness) 又は弱さ (softness) を指し、これは以降説明するように、音又は楽音の生成に用いられた力のレベルに関係する。

50

【 0 0 0 5 】

音は基本周波数，すなわちピッチ周波数 f_p を含み，ピッチ周波数は音の知覚される周波数である。音はまた，音の 1 又は複数の成分周波数も含むことがある。基本周波数 f_p 及びほかの成分周波数は音の倍音周波数（しばしば倍音（*partial s*）と記される）とも呼ばれる。調和音と呼ばれるいくつかの音については，1 又は複数の倍音が基本周波数 f_p の整数倍になっている。調和音のこのような追加成分周波数は倍音と呼ばれる。 $f_p = 440 \text{ Hz}$ のピッチを有する調和音 S は，いくつかの成分周波数 $f_n = n * f_p$ ， n は正整数，を含む音である。したがって，音 S は， 440 Hz ， 880 Hz ， 1320 Hz などのいくつかの成分周波数を含む。成分周波数の相対的強さが音 S の音色 / 音質（*tone*）を決定する。この例では， 440 Hz の周波数成分が基本周波数と呼ばれる。

10

【 0 0 0 6 】

例えば，トランペット，フルート，バイオリンのような楽器は，一般に調和音を生成する。しかし，これらの楽器はピッチ周波数と成分周波数との相互周波数関係が同一であるにもかかわらず，まったく異なって聞こえる。これらの楽器が異なって聞こえる理由は，大いに，成分周波数それぞれの強さが異なるためである。

【 0 0 0 7 】

ドラムの音のようないくつかの楽器 / 音については，成分周波数は通常，基本周波数の整数倍ではない。

【 0 0 0 8 】

本明細書においては，楽音の強弱（*musical dynamics*）は楽音 S 又は音を生成するために用いられた，知覚された力のレベルの強さとして定義される。例えば，ピアノの音については，楽音の強弱は，鍵盤のキーが押されたとき知覚される力のレベルに関係し，楽音の強弱はこの力による楽音 S 又は音の特性に基づく。同様に，ギターについては，楽音の強弱は，ギタリストがギターの弦をかき鳴らすために用いたと思われる力のレベルに関係し，楽音の強弱はこの力による楽音 S 又は音の特性に基づく。

20

【 0 0 0 9 】

同様に，ドラムについては，楽音の強弱は，ドラマーがドラムの膜又は胴体を叩くために用いたとき知覚される力のレベルに関係し，楽音の強弱はこの力による楽音 S 又は音の特性に基づく。

【 0 0 1 0 】

また，例えばドアを閉めたときの音については，楽音の強弱は，ドアを閉めた人がドアを閉めたときに用いたとき知覚される力のレベルに関係し，楽音の強弱はこの力による楽音 S 又は音の特性に基づく。ここで力のレベルが強いほどドアが素早く及び / 又は激しく閉められたと体験することに関係し，力のレベルが小さいほどドアがゆっくり及び / 又はそっと閉められたと知覚されることに関係する。

30

【 0 0 1 1 】

上述のとおり，楽音の強弱は楽音 S 又は音を生成するために用いられたとき知覚される力のレベルの強さを表す。すなわち，楽音の強弱は生成された音色の知覚に関係する。楽音の強弱を，技術用語の信号強弱（*signal dynamics*）と混同してはならない。信号強弱は例えば信号処理及び音響学の分野で使用される。信号強弱という用語は主に，信号の振幅又は信号の振幅の変動に関係し，生成された音色の知覚には関係しない。また，楽音の強さ（*musical loudness*）を，技術用語のラウドネスと混同してはならない。後者は例えば家庭用アンプにおいて，心理音響学に基づいた楽音信号の周波数スペクトラムの変更を記述するために用いられることがある。これは，本発明の技術分野にはふさわしくない音の変化をもたらす，別の種類の強さの変化である。

40

【 0 0 1 2 】

音の強弱の変更又は変化は，当該音の知覚される強さが増加又は減少することを意味し，知覚される強さは，当該音を生成するために用いられた力に関係する。記述された楽譜において，作曲家は， f （フォルテ）又は p （ピアノ）のような意図する強さを示し，それによって記述された音符を，強さに関して，どのように演奏するかについての指示を音

50

楽家に与えることができる。

【0013】

ダイナミックレンジは、この楽器又は声が生成することができる強さについて、いくつかの異なる可能なレベル、すなわち、生成される音の強さを変更する能力、を含む。

【0014】

実際の楽器又は実際の声からの音の強弱の変更及び変化のような変動は、音の振幅及び音色双方を変化させる。例えば、強い音で演奏された楽器は、弱い音で演奏されたときよりも明るく聞こえる。一般に、弱い音で演奏されたとき、楽器はより鈍い (round) 音色を生成し、強い音で演奏されたときはより鋭い又は明るい音色を生成する。このような楽器を強い音で演奏したときと、弱い音で演奏したときとの音色の差は、生成された倍音又は音の相対振幅が、楽器を強い音で演奏したときと、弱い音で演奏したときとは異なるためである。

10

【0015】

弱い音で演奏した楽器については、周波数スペクトラムは通常、ピッチ周波数 f_p 、すなわち基本周波数近くの周波数成分に支配される。なぜならば、高い倍音の振幅が基本周波数近くの倍音の振幅よりもずっと低いためである。しかし、強い音で演奏された楽器については、高い倍音の数が弱い音で演奏した楽器の場合よりも多く、高い倍音の振幅が弱い音で演奏した楽器の場合より大きい。高い倍音の振幅は、基本周波数 f_p の振幅と本質的に同じか、より大きい。聴取者にとって、この音はそれぞれ弱く及び強く知覚される。

【0016】

従来、シンセサイザ、ミキサ、等の音を処理する電子装置において音の種々の強弱を得るためには、単に音の音量を変更するか、強さのレベルごとに別の標本を収集するか生成していた。単に音量を変化させると、所望の音色の変動を得ることができないため、弱い音又は強い音が得られるが、音質は低下する。別個の強さのレベルごとに別個の標本を用いるときは、例えばピアノを標本化するとき、ピアノのキーごと、いくつかの強さレベルごとに標本を収集していた。基本的に、ピアノの各キーを異なる力で何回か押していた。楽器の許容されるダイナミックレンジを得るために必要な標本の数は非常に多いことは容易に認識できる。したがってこの方法は非常に多数の標本の収集が必要であり、また、これらの標本を記憶するために非常に大きなメモリが必要である。また、例えばピアノの別個のキー及びノ又はピアノの一つのキーの異なるタッチが不均一に知覚される音を生成することにならないように、この音の情報をすべて標本化し、整理することは非常に困難である。

20

30

【0017】

音の強弱を変更する別の既知の方法は、低域通過フィルタ (LPフィルタ) で音を含む信号をろ波することである。LPろ波は高い倍音の数及びノ又は高い倍音の振幅を減少させ、これを音が弱くなったと聴取者が知覚する。しかし、LPろ波法は写実的な音色を生成しないことになり、その音色は聴取者にとって非常に不快である。

【0018】

音の強弱を変更するために、シェルフフィルタもまた提案されている。しかし、シェルフフィルタ法には、フィルタの傾斜などのろ波特性を制御することが困難であるという問題がある。また、シェルフフィルタ法は、フィルタ特性の傾斜の急峻さによって制限される。例えば、双2次シェルフフィルタは、傾斜が平坦であるため、所望の音色変化を得るために十分な傾斜を提供するためにはいくつかのフィルタを縦続して用いなければならない。これは実装が複雑になるか、及びノ又は写実的な音色が生成されないことになる。

40

【0019】

音の強弱を変更するために、多数のEQフィルタを利用することもまた提案されている。ここで、存在する成分周波数一つごとに一つのフィルタが配置される。したがって、成分周波数ごとに一つのフィルタを使用することによって、倍音の振幅は、倍音に負の利得を適用することによって直接的に減少され、それによって音が弱く知覚されるようになる。しかしこの方法は多数のフィルタを必要とし、システムの複雑度が相当増加する。また

50

、標本化周波数が高くなるか、低いピッチの音が用いられたときは、音により高い倍音が現れ、これら追加の倍音の一つごとにフィルタを設ける必要がある。したがって、この方法は、変化する追加の複雑度を招く多数かつ変動する数のフィルタを必要とする。

【0020】

上述のとおり、音の強弱を変更させる従来知られていた方法は、システムの音質が悪いが、及び/又は複雑度が高い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

本発明の目的は、上述の課題を解決するため、音Sの強弱を変更するための方法及び装置を提供することである。

10

【0022】

本発明は、背景技術において既知の楽音の強弱変更方法よりも、より写實的に聞こえ、より計算効率のよい、音の強弱変更方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

上記の目的は、パラメトリック等化器を用いて音響信号をろ波するステップであって、パラメトリック等化器は第1利得 G_1 と、音Sのピッチ周波数 f_p に関する共振周波数 f_r とを有する、ステップと、第2利得 G_2 で音響信号を増幅するステップであって、第2利得 G_2 は第1利得 G_1 に依存する、ステップと、を有する、音Sの強弱を変更する上述の方法によって達成される。

20

【0024】

上記の目的はまた、音響信号をろ波するパラメトリック等化器であって、第1利得 G_1 と、音Sのピッチ周波数 f_p に関する共振周波数 f_r とを有する、パラメトリック等化器と、第2利得 G_2 で音響信号を増幅する増幅器であって、第2利得 G_2 は第1利得 G_1 に依存する、増幅器と、を備える、音Sの強弱を変更する上述の装置によって達成される。

【0025】

本発明による方法及び装置は、音Sを含む音響信号の結合されたる波及び増幅が行われることを特徴とする。

30

【0026】

上記のろ波には、第1利得 G_1 及び共振周波数 f_r を有するパラメトリック等化器が用いられる。本発明によれば、音Sのピッチ周波数 f_p 、すなわち基本周波数と、フィルタの共振周波数 f_r との間には関係がある。

【0027】

音響信号はまた第2利得 G_2 で増幅される。第2利得 G_2 は第1パラメトリック等化器利得 G_1 に依存し、それによって増幅の第2利得 G_2 と、パラメトリック等化器の第1利得 G_1 との間にも関係が生じる。

【0028】

この結果、得られる楽音の強弱変更は聴取者に非常に写實的に聞こえるように知覚される。なぜならば、本発明は非常に高品質な楽音の強弱調整を提供するために使用できるからである。したがって、この変更によって、音Sは、実際に生成された力よりも弱い力か又は強い力で生成されたように知覚されるように操作される。換言すれば、音Sは、音Sの音色も考慮に入れて、音Sを生成するために用いられた元の力よりも強い力か又は弱い力で生成されたかのように聞こえるように、信号処理によって操作される。

40

【0029】

また、音Sの強弱を変更するために、音Sに対してただ一つのパラメトリック等化器しか適用する必要がない。なぜならば、本発明によるパラメトリック等化器は広範な倍音の振幅を低下させるためである。これによって非常に効率的な楽音の強弱変更が実現され、計算複雑度はほとんど増加しない。

50

【0030】

さらに、音Sの強弱は本発明を用いることによって動的に、すなわち、音Sの強さレベルが変わる際に、音S自体の音色も写実的にかつ動的に変化するように、変更させることができる。このことは、例えばフルート、トランペット、声、などに関係する音Sを生成又は処理し、音Sが再生又は処理されている間に、弱い音から強い音へ、又はその逆に変化させるときに非常に有用である。

【0031】

また、本発明については、比較的少数の標本だけをメモリに録音及び記憶すればよいため、メモリ要求量及び計算複雑度が非常に小さい。したがって、製造費用を低減できるか、及び/又はより強力、かつより容易に演奏できる合成楽器及び/又は音響処理装置を製造することができる。

10

【0032】

本発明の実施例によれば、結合したる波及び増幅が強さを低下させることになる。その結果、音Sはより弱く聞こえる音Sが提供されるように修正され、このより弱く聞こえる音Sは依然として非常に写実的な音質/音色を有する。

【0033】

本発明の実施例による楽音の強弱変更はまた、音Sの基本周波数 f_p とは別の少なくとも一つの側音(side tone)を除去する。通常、楽器を強い音で演奏すればするほど、より多くの側音が生じる。例えば、側音はピアノの弦とは関係ないが、ピアノのキーが鍵盤の木製の底に当たるような力でキーを押したときに生成される。この側音は、ピアノを弱い音で演奏したときよりも強い音で演奏したときの方がより強い。側音はまた、楽器の基本周波数及びほかの倍音より低いか、中間か、高い周波数を有する音響成分を含む。このような側音のすべての成分は、本発明によって音Sをより弱くしたとき減少する。なぜならば、パラメトリック等化器は音Sの基本周波数 f_p より低い周波数及び高い周波数双方に傾斜を有し、それによって低い周波数及び高い周波数の側音をろ波し、また音Sの倍音間の側音成分も効率的にろ波する。狭帯域フィルタを用いる先行技術による方法は、この側音に対する有利な効果を有していなかった。

20

【0034】

本発明の実施例によれば、結合したる波及び増幅が、より強く聞こえる音Sが依然として非常に写実的な音質/音色を有して提供されるように、強さを増加させることになる。

30

【0035】

実際の楽器に近い音色を依然として保ち、対応する楽音の強弱変更を実行しつつ、写実的に強さを増加減少できることは、すべての種類の音響生成又は処理装置において非常に有用である。

【0036】

より詳細に言えば、本発明の実施例によって、パラメトリック等化器を用いて基本周波数に近いより低い成分周波数を増幅することによって、これらのより低い成分周波数の振幅を増加させ、強さが低下したように知覚させるために、音Sがより鈍い(round)音色を有するようにすることができる。その後、この振幅の予期しない増加は、パラメトリック等化器と本質的に等しいが、反転した利得を用いて、本質的に信号スペクトラム全体の振幅を減少させることによって補償される。これは、下降する伝達関数曲線に沿って、基本周波数とは別の成分周波数の強度を減少させる結合された伝達関数となる。伝達関数曲線の傾斜/勾配及びフィルタ利得は、本発明によれば、成分周波数に何らの効果も奏しないものから、音Sについて非常に急峻で、したがって大きな効果を奏するものへ実時間で容易に変更することができる。

40

【0037】

同様に、本発明によれば、音Sは、例えばパラメトリック等化器を用いてろ波することによって、基本周波数に近い成分周波数の振幅を減少させて、強さが増加したように知覚されるように、より鋭い音色を有するようにすることができる。その後、この振幅の予期しない減少は、パラメトリック等化器と本質的に等しいが、反転した利得を用いて、本質

50

的に信号スペクトラム全体の振幅を増加させることによって補償される。これは、上昇する伝達関数曲線に沿って、基本周波数とは別の成分周波数の強度を増加させる結合された伝達関数となる。伝達関数曲線の傾斜/勾配及びフィルタ利得は、本発明によれば、成分周波数に何らの効果も奏しないものから、音Sについて非常に急峻で、したがって大きな効果を奏するものへ実時間で容易に変更することができる。

【0038】

従来知られていた方法と異なり、本発明は、ほとんどの楽器の音は基本周波数の下には重要な周波数成分がないことを利用している。したがって、基本周波数の両側に傾斜を有するフィルタを用いることによって、従来知られていた方法において用いられていた片側フィルタに比べて、不要な副作用をほとんど発生しない。パラメトリック等化器を用いたる波は、例えばピアノのキーが鍵盤の底に当たることによって生じる成分周波数のような低周波数の成分周波数を減少させるため、例えばピアノのようないくつかの楽器については、この副作用は一層実用的である。

10

【0039】

本発明は、楽器の音に任意の音色の変更を生じさせるために、パラメトリック等化器の柔軟性を用いることによってこの見識を利用し、本質的に基本周波数 f_p だけをそのままにして、非常に狭帯域のろ波を行う音色の変化から、よりゆるやかな音色の変化までが容易に実現できる。さらに、重要な周波数成分が基本周波数の下にある例外的な場合において、本発明によって実現される知覚される写実感の増加は、通常、本発明によって用いられるパラメトリック等化器の対称性による無視できる副作用よりも、より重要である。

20

【0040】

従来知られていた方法は、重要な高次周波数成分だけを変更し、片側ろ波だけを組織的に含み、低周波範囲をそのままにする方法を探索方法に焦点を当てていた。

【0041】

このように、本発明のいくつかの実施例によれば、パラメトリック等化器は知覚された強さ、すなわち、楽器の音、音響効果又は本質的に任意のほかの種類音であってよい音Sの強弱を変更する独特の逆にした方法に用いられる。

【0042】

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器の共振周波数 f_r は、音Sのピッチ周波数 f_p と本質的に同一である。本発明の別の実施例によれば、パラメトリック等化器の共振周波数 f_r は、第2係数 k_2 を乗算したピッチ周波数 f_p に等しい。

30

【0043】

パラメトリック等化器の共振周波数 f_r を音Sのピッチ周波数 f_p に対して調整することによって、音Sの音色を調整することができる。また、パラメトリック等化器のQ値は、パラメトリック等化器のピークがどの程度尖っているかを決定する。このように、Q値はよく知られた定義のとおり、パラメトリック等化器の帯域幅を決定する。したがって、Q値及び/又は共振周波数 f_r をピッチ周波数 f_p に対して調整することによって、音Sの音色を調整することができる。

【0044】

このように、音Sの音質/音色はろ波パラメータを調整することによって調整することができ、音Sの音質を非常に写実的に変化させる。これはほとんど計算負荷を伴わずに実行することができ、例えば楽器の種々の標本間の遷移を聞こえにくくするために有用である。

40

【0045】

また、パラメトリック等化器の共振周波数 f_r の調整は、本実施例によれば、例えばドラム又は例えばギターのような楽器の弦への異なるタッチ又は衝撃位置を模擬するために用いることができる。弦に触れる位置又はドラムを叩く位置が異なると、実際の楽器では別の音Sが生成される。例えば、ドラムの中心を叩くと、エッジのそばを叩いたときとは異なる音が発生する。本発明のこの実施例を用いることによって、ほとんど計算負荷の増加なしに、このようなタッチ位置又は衝撃位置の違いを写実的に模擬することができ

50

る。

【0046】

本発明の実施例によれば、高次パラメトリック等化器がろ波ステップに用いられる。この高次フィルタは通常、低次フィルタよりも急峻な傾斜又は異なる形状の傾斜を有するフィルタ特性を有し、それによって低次フィルタとは別の音色が提供される。高次フィルタは例えば有限インパルス応答(FIR)フィルタであってもよいし、無限インパルス応答(IIR)フィルタであってもよい。そして、低次フィルタは例えば双2次IIRフィルタであってもよい。フィルタはまた、同一又は異なるろ波パラメータを有する2又はそれ以上のフィルタを直列に結合したものであってよく、それによって、ろ波領域内に顕著なピークを有する代替形状の伝達関数を生成する。本発明による楽音の強弱を変化させる装置

10

【0047】

ここで、本発明による楽音の強弱変更の詳細な例示実施例及び利点を、いくつかの好適な実施例を示す添付の図面について説明する。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】パラメトリック等化器の周波数特性を概略示す図である。

【図2】増幅器の周波数特性を概略示す図である。

20

【図3】パラメトリック等化器及び増幅器の組合せの周波数特性を概略示す図である。

【図4】パラメトリック等化器及び増幅器の組合せの周波数特性を概略示す図である。

【図5】パラメトリック等化器及び増幅器の組合せについて、倍音を概略示した例を含む周波数特性を概略示す図である。

【図6】パラメトリック等化器及び増幅器の組合せについて、倍音を概略示した例を含む周波数特性を概略示す図である。

【図7】パラメトリック等化器及び増幅器の組合せについて、倍音を概略示した例を含む周波数特性を概略示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

30

本発明は音Sの強弱を変更する方法及び装置を提示する。この方法及び装置は、このような音Sに関する信号処理を実行する本質的に任意の装置によって実現することができる。音Sは、実際の、恐らくは電気増幅ではない楽器、人、例えば声、又は本質的に任意のほかの音源によって供給される音のような実際の音から標本化してもよい。音Sはまた、装置自体、例えばシンセサイザによって生成してもよい。本明細書においては、本発明は、標本化した楽器の音Sである音Sを例として説明する。しかし、本発明は本質的に任意の種類の人に適用してもよく、例示した音Sに限定されない。音Sはここでは単一音であるが、ピアノの弦のような種々の音の混合、又は異なる音若しくは同一の音をユニゾンで演奏している楽器のアンサンブルであってもよい。

【0050】

40

一実施例によれば、本発明はこのような混合した音に適用される。しかし、本発明は、複数の音が混合された音Sと一緒に混合される前に、一つの音それぞれ別個に適用することが望ましい。この実施例は、今日の多くの電子楽器において実現するために好適である。

【0051】

本発明の別の実施例によれば、楽音の強弱の調整は、一つの本質的にはっきりしたピッチを有する音Sに適用され、このはっきりしたピッチを有する音の強さは、音Sの期間に変更することができる。

【0052】

本発明の実施例によれば、楽音の強弱の調整は、基本周波数がより自由に選択できる、

50

ドラム，爆発，等の音響効果又は不協和音に適用される。

【 0 0 5 3 】

信号利得は，電力比，又は対数単位，デシベル（d B）で表すことができる。本明細書においては，比は小文字“g”，例えば g_1 ， g_2 と記し，対数単位は大文字“G”，例えば G_1 ， G_2 と記す。したがって，

$$G_1 \text{ (d B)} = 20 \log_{10} (g_1) \quad \dots \text{ (式 1)}$$

$$G_2 \text{ (d B)} = 20 \log_{10} (g_2) \quad \dots \text{ (式 2)}$$

【 0 0 5 4 】

本発明によれば，音Sを含む信号はパラメトリック等化器で波される。このパラメトリック等化器は第1利得 G_1 及び共振周波数 f_r を有す，ここで共振周波数 f_r は音Sのピッチ周波数 f_p に関係する。したがって，ピッチ周波数 f_p ，すなわち音の基本周波数と，フィルタの共振周波数 f_r との間には関係がある。

10

【 0 0 5 5 】

本発明によれば，音響信号はまた，増幅器によって増幅される。この増幅によって，音響信号は第1利得 G_1 に依存する第2利得 G_2 で増幅される。したがって，増幅の第2利得 G_2 と，パラメトリック等化器の第1利得 G_1 との間にも関係がある。

【 0 0 5 6 】

ろ波と増幅とが互いに関係している，音響信号の結合したろ波及び増幅のために，非常に有利な楽音の強弱の変更が実現できる。

【 0 0 5 7 】

パラメトリック等化器は，一つのピークと，当該ピークの両側の傾斜とを有し，それによって本質的に釣鐘状のフィルタ特性を形成しているフィルタ特性を有する。

20

【 0 0 5 8 】

本発明によれば，ろ波及び増幅の結合が，周波数領域における本質的に釣鐘状をした，パラメトリック等化器の共振周波数 f_r にピークを有する結合伝達関数に帰着する。共振周波数 f_r と，音のピッチ周波数 f_p との間には明確な関係があるため，結合伝達関数は信号の高次倍音の振幅を低下させるために用いることができる。このようにして，音が弱く，すなわち強くなるように，音の強弱が変更される。

【 0 0 5 9 】

本発明によって用いられるパラメトリック等化器は，パラメトリック等化フィルタ，E Qフィルタ，ピークフィルタ，ピーク帯域フィルタ，ピーク等化器及びピーク等化フィルタ，のような，ほかの名称でも知られる。

30

【 0 0 6 0 】

パラメトリック等化器は選択した周波数帯域内の振幅を増加又は減少させることができる道具であり，この目的に合った1又は複数のフィルタを含むことが望ましい。パラメトリック等化器は一般に，パラメトリック等化器が当該周波数について信号に最大の効果を有する中心（ピーク）周波数と，パラメトリック等化器が当該信号に顕著な効果を有する周波数帯域の幅を決定する調整可能であるか又は恐らくは固定の帯域幅とを有する。パラメトリック等化器は明確な利得を有する。このようにして，パラメトリック等化器は選択された周波数帯域内の信号の振幅を増加又は減少させ，選択された周波数帯域外の信号成分は本質的に変更しないようにすることができる。

40

【 0 0 6 1 】

パラメトリック等化器の中心周波数が変更されたとき，パラメトリック等化器の選択された周波数帯域もまたもちろん変更される。選択された周波数帯域が変更されたとき，パラメトリック等化器が影響を及ぼす信号成分の数もまた変更される。パラメトリック等化器の利得が変更されたとき，選択された帯域幅内の信号成分の増幅度もまた変更される。

【 0 0 6 2 】

本発明で用いられるパラメトリック等化器は，通常の帯域通過又は帯域阻止フィルタとは異なる。何となれば，これらの通常の帯域通過又は帯域阻止フィルタは可変利得を有しないからである。パラメトリック等化器はまた，パラメトリック等化器とは全く異なる周

50

波数スペクトラムを有するノッチフィルタとも異なる。パラメトリック等化器はまた、シェルフ/シェルピングフィルタとも異なる。何となれば、シェルフフィルタは本質的にすべての高次周波数又はすべての低次周波数の振幅に影響するため、シェルフフィルタは注目する周波数の上及び下双方の周波数成分の振幅が本質的に影響されないようにすることができないからである。

【0063】

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器は、並列及び/又は直列に配置された少なくとも二つのフィルタを備える。このようにして、可変利得を有するフィルタ装置が、本実施例による2又はそれ以上のフィルタによって実現され、このフィルタ装置は限定された範囲内の周波数の振幅を顕著に増加及び/又は減少させ、この周波数範囲又は帯域幅よりも低い周波数又は高い周波数は比較的影響を受けないようにすることができる。これは、任意伝達関数のフィルタが並列及び/又は直列の複数のフィルタによって構成できるため、可能になる。

10

【0064】

パラメトリック等化器のフィルタ特性及び増幅器の増幅特性の例を、図1及び図2にそれぞれ概略示す。図3は、本発明によって得られるる波及び増幅のための結合伝達関数の例を概略示す。図3に示す伝達関数の非制限的な概略の例を利用して、音の音色がより弱く知覚されるように、楽音の強弱が変更される。以降説明するが、音の音色が強く知覚されるようにする変更は、別の特性、すなわち形状をもたらず。このような結合伝達関数を図4に示す。

20

【0065】

本発明はいくつかの利点を有する。そのような利点の一つは、本方法を用いることに帰着する楽音の強弱の変更が、聴取者にとって非常に写實的に聞こえるように知覚されることである。例えば使用するフィルタの遮断周波数を変更して、楽音の強弱変更を行う従来既知の方法は、通常、人工的なスweepとして知覚され、聴取者には非常に写實的には聞こえない。

【0066】

一つの別の利点は、音Sの強弱を変更するために、音Sに対してたった一つのパラメトリック等化器を適用すればよいことである。このように、本発明によるパラメトリック等化器はすべての重要な倍音の振幅を低下させるため、音に対してたった一つのパラメトリック等化器だけ、すなわちピッチ周波数 f_p に対してたった一つのパラメトリック等化器を用いればよい。これは、成分周波数に対して一つのフィルタを適用し、多数のフィルタが用いられることになり、したがって多数のフィルタ計算も実行しなければならない既知の方法と比べて、計算複雑度を相当に低下させる。また、音に対して複数のフィルタを用いる既知の方法については、標本化周波数が増加すると音に対してフィルタを用意しなければならない成分周波数がより多く表れるため、標本化周波数が増加すると音あたりのフィルタ数も増加する。

30

【0067】

上述のとおり、本発明によれば、楽音の強弱を変更するためにたった一つのパラメトリック等化器だけを用いればよい。しかし、本発明に対して1を超えるパラメトリック等化器を用いてもよく、これはいくつかの実施形態において有用である。

40

【0068】

本発明の別の利点は、パラメトリック等化器及び増幅器を、音Sについて一つの得られる動的レベルから別の得られる動的レベルへ、容易に変更できることである。したがって、本発明によって、音Sの強弱を動的に変化させることができる。このようにして、音Sの強弱を、音Sの音色を有する音が写實的かつ動的に変化する間に強さのレベルが変化するように、音S自体の期間に変化させることができる。これによって、音Sが提示されるか生成されている最中に、音Sを弱い音から強い音へ写實的に変化させることが可能になる。これは、トランペット、フルート若しくは類似のもののような多くの楽器、又は声の音響処理に対して重要な特徴である。この楽音の強弱の動的な変更は、音Sの自然に聞こ

50

えるエンベロープを提供するために用いることができる。

【0069】

電気楽器は、音Sの再生の各段階において音Sの振幅を制御するエンベロープ発生器をしばしば用いる。ADS R（アタック/ディケイ/サステイン/リリース）タイプのエンベロープは、音Sの自然に聞こえる立ち上がり（アタック）と、例えば全音を再生し終わる前にキーが解放されたときのように音が演奏中に中断されたとき、音Sの自然に聞こえる「テール」とを供給するためにしばしば用いられる。このように、エンベロープ発生器は、音Sの期間にどのように強弱が変化するかについての情報を提供する。

【0070】

例えば、エンベロープは、1又は複数の音が提示（再生）されている間に、その1又は複数の音の強度を次第に増加又は減少させるようにできる。エンベロープはまた、利用者が例えばキーを放したとき、1又は複数の音がどれだけ早く消え去るかを決定する。エンベロープは音Sが再生されているときの強さを連続的に調整する機能と捉えてもよい。本明細書においては、エンベロープという用語は音Sの強弱の包絡線（エンベロープ）を少なくとも部分的に制御するパラメータを指すために用いられる。エンベロープは、本質的に任意の形状、任意の数の段階を含んでもよい。しかし、よく知られたADS Rエンベロープは、アタック、ディケイ、サステイン、リリースの各再生段階の包絡曲線を有し、今日のほとんどすべての既存の電気楽器に用いられている支配的なタイプのエンベロープである。

【0071】

先行技術においては、これらのエンベロープは通常、信号の振幅を単に制御するに過ぎず、自然の楽器では高次倍音は基音よりも速く減少するため、音の再生の終了が非常に不自然に聞こえることになる。したがって、音の終了だけに特化した標本化、いわゆるリリースサンプリングが用いられが、これはメモリ記憶装置の必要性及び複雑さを増加させ、また重複標本化のために不要な音響歪が発生する。

【0072】

図3に関連して上述したとおり、本発明によるる波及び増幅の得られる結合伝達関数は、音の音色がより鈍い音色になり、より弱く、すなわち強さが減少して知覚されるように、楽音の強弱を変更することができる。図5及び6に概略を示すとおり、本発明によれば、これは低次成分周波数、すなわち共振周波数 f_r に近い成分周波数の振幅を増加させることによって、例えば、パラメトリック等化器によってこれらの低次成分周波数を増幅することによって実現される。その後、この振幅の増加は、本質的にすべての信号スペクトラムの振幅を、パラメトリック等化器と本質的に等しいが反転した利得を利用して減少させることによって補償される。これが結合伝達関数となり、基本周波数とは別の成分周波数（倍音）の強度を、減少する伝達関数曲線に沿って減少させる。

【0073】

共振周波数 f_r に等しいか高い周波数を有し、伝達関数に沿って振幅が減少するこのようなくつかの倍音の非制限的かつ概略の例であって、高利得 G_1 を有するパラメトリック等化器を含む急峻な伝達関数が図5に、比較的小さい利得 G_1 を有するパラメトリック等化器を含む、より急峻ではない伝達関数が図6に示されている。当業者であれば理解するであろうが、図5の伝達関数曲線に含まれる傾斜/勾配及びフィルタ利得は音Sに比較的大きな影響を与え、一方、図6の伝達関数曲線に含まれる傾斜/勾配及びフィルタ利得は音Sに与える影響がより少ない。

【0074】

図7は音の音色がより強く知覚されるようにする変更をもたらす結合伝達関数を概略示す非制限的な例であり、高次倍音もまた概略含まれている。ここで音Sは、強さが増加して知覚されるように、より鋭い音色を有するようになる。これは、基本周波数に近い成分周波数の振幅を、例えばパラメトリック等化器を利用してる波して減少させることによって実現される。その後、この振幅の減少は、パラメトリック等化器と本質的に等しいが反転した利得を用いて、本質的にすべての信号スペクトラムの振幅を増加させることによ

10

20

30

40

50

て補償される。これが結合伝達関数となり、共振周波数 f_r とは別の成分周波数（倍音）が高い振幅を有するようにし、また、図5及び6に概略示した倍音よりもゆっくり減少する振幅になるようにする。このことは、倍音それぞれの振幅を各図の利得 = 0 の破線と比較すれば、これらの図において容易に分かるであろう。また、図7に示す結合伝達関数は、スペクトラム全体を通して正、すなわち利得 = 0 の上にある。伝達関数曲線の傾斜 / 勾配及びフィルタ利得は、これが成分周波数に対して如何なる影響ももたらさないものから、非常に急峻であり音Sに大きな影響をもたらすものまで、音Sに対してどれだけの影響をもたらすかを決定することができる。

【0075】

当業者であれば理解するであろうが、共振周波数 f_r よりも低い周波数を有する対応する倍音も存在し得るが、高次倍音の方が本発明にとってより重要であるから、これらの図を明確にするため、図5～7では省略した。

10

【0076】

本発明の実施例によれば、本発明による音Sの強さを動的に変更することと組み合わせ、エンベロープを用いることができる。この実施例によれば、本質的に複雑さを増すことなく、エンベロープのリリース段階が、本発明が波の際に用いた音Sの知覚される音色の強さの漸次減少と組み合わせられる。これによって、より自然に聞こえる音の再生の終了が実現される。

【0077】

本発明の実施例によれば、エンベロープのアタック段階と、本発明による音Sの強さを動的に変化させることとの対応する組合せは、自然に聞こえるアタックを生成するために適用できる。ここで、より写実的に聞こえる音Sのアタックはエンベロープのアタック段階と、本発明による知覚される音色の強さの変化とを組み合わせることによって実現される。

20

【0078】

従来知られていたシステムは、音ごと、強弱レベルごとに異なる標本を有しており、その音自体の期間に、付随する音色の変化を伴う強弱レベルのこのような変更は非常に困難である。

【0079】

また、本発明は、音ごとにいくつかの強弱レベルを有する非常に多数の標本の代わりに、ろ波と増幅とを組み合わせるため、メモリにわずかな標本を録音及び記憶するだけでよく、メモリ要求条件及び計算複雑度が本発明を用いることによって相当低下する。したがって、本発明は、電子楽器若しくは合成楽器及び / 又は音響処理装置の製造をより低コストにすることができる。これらの電子楽器若しくは合成楽器及び / 又は音響処理装置はまた、より強力に、かつ演奏及び / 又は使用を容易にすることができる。

30

【0080】

また、本発明は、標本ベースの楽器の強弱レベル間の間隙をならすために用いてもよい。通常、標本ベースの楽器は2又はそれ以上の強弱レベルで標本化される。したがって、同一ピッチであるが異なる強さ及び音色を有する2又はそれ以上の音が、録音された楽器の与えられた音（note）を表すために収集される。この標本化に非常に多くの強弱レベルを用いない限り、これらの標本間の遷移は楽器の演奏者に聞こえ、邪魔になる。しかし、本発明を利用して標本の強さを変更することによって、これらの遷移を聞こえにくくすることができる。すなわち、音のダイナミックレンジ内の間隙を埋めることによって、標本ベースの楽器の利点を保つと同時に、楽器をより強力に、かつ演奏及び / 又は使用が容易にすることができる。

40

【0081】

さらに、本発明は、音のピッチを人工的に変えるとき、より写実的な音色を生成するための補助として用いてもよい。一般に、音のピッチが高ければ高いほど、高次倍音は弱くなり、音のピッチが低ければ低いほど、高次倍音は強くなる。従来的人工的なピッチ偏移はこのことを考慮していないため、ピッチを変えたとき音色が歪む結果となっていた。本

50

発明を利用することによって、ピッチ偏移の際に音の強さもまた変化させることができる。すなわち、高次成分周波数の振幅を減少させるために、ピッチが上方に偏移されると同時に、知覚される強さを減少させるか、又は高次成分周波数の振幅を増加させるために、ピッチが下方に偏移されると同時に、知覚される強さを増加させることによって、ピッチ偏移させた音の音色がより写實的に聞こえるようにすることができる。

【0082】

また、標本ベースの楽器の種々のピッチの標本間の間隙をならすために、本発明を用いてもよい。標本ベースの楽器はしばしば、半音を正確に標本化せずに、オクターブ当たり一つの音だけを標本化するように、より大きな間隔で標本化する。標本化された音の間隙は、標本化した音を人工的にピッチ偏移させることによって埋められる。非常に多数の近いピッチの標本を収集しない限り、これらの標本間の遷移は楽器の演奏者に聞こえ、邪魔になる。そして、異なるピッチの標本をピッチ偏移させて生成した音の音色は、写實的に聞こえない。ピッチ偏移の際に標本の強さ、したがって音色を修正するために本発明を利用することによって、これらの音の間隙の遷移を聞こえにくくすることができ、それによって楽器をより強力に、かつ演奏及び/又は利用を容易にする。

【0083】

本発明の実施例によれば、第2利得 G_2 、すなわち増幅を行う増幅器の第2利得 G_2 は、第1利得 G_1 の反転に本質的に等しい、すなわち、パラメトリック等化器の利得 G_1 の反転に本質的に等しい値を有する。したがって、 $G_2 = -G_1$ である。増幅器の第2利得 G_2 をこのように決定することによって、増幅器はパラメトリック等化器のピークについて、利得 G_1 に反転された第2利得 G_2 を適用する。例えば、パラメトリック等化器がパラメトリック等化器のピークにおいて信号の振幅を6 dBだけ増加させたとき、増幅器は信号の振幅を6 dBだけ減少させる。すなわち、第1利得 G_1 は6 dBであり、第2利得 G_2 は-6 dBである。増幅とろ波とを結合した結合特性は、パラメトリック等化器のピーク周辺の周波数においては本質的に振幅が変化しないが、すべてのほかの周波数ではより低い振幅を有する信号になる。このようにして、この実施例は、パラメトリック等化器のピーク周辺の周波数については振幅を相対的に変化させずに、調和周波数のようなほかの周波数の振幅は変化させて、音Sの強弱を変更する。

【0084】

本発明の実施例によれば、第2利得 G_2 、すなわち増幅を行う増幅器の第2利得 G_2 は、第1係数 k_1 を乗じたパラメトリック等化器の第1利得 G_1 の反転に等しい値を有する。したがって、 $G_2 = -k_1 * G_1$ である。

【0085】

ここで、第2利得 G_2 は、第1利得 G_1 の反転とはわずかに異なる値を有するようにしてもよい。このようにして、音Sのピッチ周波数 f_p の強さもまた、より強く又はより弱く変更することができる。これは、音Sの強さが減少しているときにピッチ周波数 f_p の振幅を減少させるためにも有用であり、音Sの強さを実際の減少により近く減少させる。現実には、すべての成分周波数及びピッチ周波数もまた、強さが減少するとき減少する。しかし、成分周波数はピッチ周波数よりも速く減少するため、音色の変化になる。この実施例によれば、強さの変化が強さ及び音色の結合した変化になり、これは非常に自然に聞こえる。

【0086】

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器の第1利得 G_1 は正の値を有する。すなわち、 $G_1 > 0$ である。このようにして、パラメトリック等化器は、少なくともパラメトリック等化器の共振周波数 f_r の周辺では信号の正の増幅を行う。そして、増幅器は信号に第2利得 G_2 を適用する。ここで第2利得は、上述のように $G_2 = -G_1$ 又は $G_2 = -k_1 * G_1$ に従う信号の負の増幅になる。したがって、信号の強弱の得られる全体の变化は、聴取者には音Sが弱くなったように知覚される。この実施例は図1～3及び図5～6に概略示されている。

【0087】

10

20

30

40

50

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器の第1利得 G_1 は負の値を有する。すなわち、 $G_1 < 0$ である。このようにして、パラメトリック等化器は、パラメトリック等化器の共振周波数 f_r の周辺では信号の負の増幅を行う。ここで、このパラメトリック等化器のフィルタ特性は、共振周波数 f_r に最低点を有する谷型の形状を有する。そして、増幅器は信号に第2利得 G_2 を適用する。ここで第2利得は、上述のように $G_2 = -G_1$ 、又は $G_2 = -k_1 * G_1$ に従う信号の正の増幅になる。したがって、信号の強弱の得られる全体の変化は、聴取者には音 S が強くなったように知覚される。この実施例は図4及び図7に概略示されている。

【0088】

上述のとおり、本発明によれば、音 S を弱く又は強くする双方の強弱変更が、容易、滑らか、かつ動的に実現できる。楽音の強弱の変更を調整することは、第1利得 G_1 及び第2利得 G_2 のような、2つの容易に調整できるパラメータだけを調整すればよいため、非常に容易に行われる。このような調整は、楽器及び/又は音響処理装置の演奏者又は操作者が容易に行うことができる。また、このような調整はもちろん、エンベロープ処理を利用するなどによって、楽器及び/又は音響処理装置自体によって、少なくとも部分的に制御できる。これについては、以降より詳細に説明する。

10

【0089】

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器の第1利得 G_1 は適応型の値を有する。また、増幅器の第2利得 G_2 は第1利得 G_1 と関係を有し、依存しているため、第2利得 G_2 もまた適応型である。したがって、非常に柔軟な楽音の強弱変更が可能になる。

20

【0090】

本発明の実施例によれば、パラメトリック等化器の Q 値及び/又はパラメトリック等化器の共振周波数 f_r は、実時間で変更できる適応型の値を有している。これは、楽音の強弱と共に傾斜も動的に変化させるために有用である。

【0091】

本発明の実施例によれば、第1利得 G_1 と、 Q 値と、共振周波数 f_r とのうち少なくとも一つが少なくとも部分的に無作為に変更される。このように、ここでは適応はある種の無作為パラメータを用いて行われる。適応化手続におけるこのような偶然の影響は、音 S の音色に変化をもたらし、いくつかの状況においては非常に有利である。

【0092】

本発明の実施例によれば、増幅器の第2利得 G_2 は音 S の重要な複数の周波数にわたって本質的に等しい値を有する。これはまた、図2において見ることができる。音 S の知覚に影響を有するすべての周波数について本質的に等しい増幅を提供する、この増幅器利得の形状のため、パラメトリック等化器及び増幅器の結合特性は音 S の強弱を変更するために非常に適した形状を有する。

30

【0093】

上述のとおり、本発明のろ波ステップは、増幅ステップの前に行ってもよい。したがって、ここでは音 S を含む信号は最初にパラメトリック等化器によってろ波され、次に増幅器によって増幅される。

【0094】

しかし、本発明の実施例によれば、増幅ステップはまた、ろ波ステップの前に行ってもよく、これはいくつかの実施形態に有利である。

40

【0095】

一般に、音響処理装置又は楽器の構成及び性能、並びに使用するパラメトリック等化器に応じて、ろ波及び増幅を行う順序を選択してもよい。浮動小数点演算を用いるときは、通常多くの計算桁数余裕 (calculation head room) があるため、ほとんどの場合、ろ波ステップを最初に行ってもよいし、増幅ステップを最初に行ってもよい。

【0096】

固定小数点又は整数演算を用いるときは、非常にわずかな計算桁数余裕しかないため、

50

増幅ステップによる負の増幅を，る波ステップの前に行うことが望ましい。何となれば，使用されるビット数に対して固定されている制限より大きい値は，計算に用いることができないためである。例えば，16ビット固定小数点演算では，使用可能な最大値は+32767である。8ビット固定小数点演算では，使用可能な最大値は+127である。これらの制限のため，最初に増幅ステップを実行し，次に，る波ステップを使用可能な値に関するこれらの制限内に止めることが望ましい。

【0097】

いくつかの実現形態については，例えばあるフィルタパラメータが，フィルタが音の増幅も行うように修正することによって，る波ステップと増幅ステップとを一つのステップで行うことができる。いくつかの実現形態については，これは，例えば，高い計算効率，
10
フィルタの安定性，数値精度，及び/又は計算桁数余裕の要求条件の低減になる。本発明のこの実施例を，以降より詳細に説明する。

【0098】

本発明の実施例によれば，パラメトリック等化器の共振周波数 f_r は，音のピッチ周波数 f_p と本質的に同一，すなわち， $f_r = f_p$ である。

【0099】

本発明の別の実施例によれば，パラメトリック等化器の共振周波数 f_r は，第2係数 k_2 を乗じたピッチ周波数 f_p に等しい。すなわち， $f_r = k_2 * f_p$ である。

【0100】

パラメトリック等化器の共振周波数 f_r は通常ピッチ周波数 f_p に従うが，第2係数 k_2 を用いて，ピッチ周波数 f_p から多少ずれるように設定してもよい。音Sのピッチ周波数 f_p に対するパラメトリック等化器の共振周波数 f_r を調整することによって，音Sの音色を調整することができる。例えば，第2係数 k_2 が値2に設定されたとき，周波数 $2 * f_p$ を有する第1倍音は，音Sが幾分弱いとき，ピッチ周波数 f_p よりもずっと突出する。何となれば，パラメトリック等化器のピークは第1調和周波数 $2 * f_p$ にあるからである。また，ピッチ周波数 f_p に対する共振周波数 f_r のこの偏移を，所望の音色を得るためにパラメトリック等化器のQ値の調整と組み合わせる利用してもよい。Q値はパラメトリック等化器のピークがどれだけ尖っているかを決定し，Q値が高ければ高いほど，低いQ値よりもより尖ったピーク，すなわちより小さい帯域幅となる。

【0101】

このように，音Sのピッチ周波数 f_p に対するパラメトリック等化器の共振周波数 f_r の偏移を，音Sの音色を制御するために用いてもよい。これは，ある楽器を含む音Sに非常に有用である。

【0102】

共振周波数 f_r と，Q値と，第1利得 G_1 とのうち1又は複数の調整は，本発明の実施例によれば1又は複数の2次パラメータに基づくようにされ，これらの1又は複数の2次パラメータもまた，音Sの強弱に影響をおよぼすことがある。これらの1又は複数の2次パラメータは，例えば，上述のエンベロープと，音Sのピッチ周波数 f_p と，速度と，のうち1又は複数を含んでもよく，ここで速度は，音Sを生成又は再生するときに，例えば，
40
キー，ペダル，スライダ，リボンコントローラ，プレスコントローラ，又は任意のほかの入力インタフェース装置を押下又は操作するために用いた力に関する。

【0103】

本明細書において，速度という用語は音の強弱レベルを制御するパラメータを表すために用いられる。このパラメータは，値がキーの押し始め (key on set) でだけ制御できるのか，又は，ペダル，スライダ，リボンコントローラ，又はプレスコントローラのような連続的コントローラを使用して，音が再生されている間中，連続的に制御できるかにかかわらず，楽器の演奏者によって部分的又は完全に制御される。

【0104】

以降の非制限的な例において説明するように，第1利得 G_1 ，したがって第2利得 G_2 もまた，エンベロープ及び速度に基づいて決定してもよい。速度パラメータはここでは，
50

楽器の演奏者が入力インタフェースを用いて加えた力に応じて、0と1の間の値を有するものとする。エンベロープは、楽音の強弱の少なくとも部分的に自動化された例示エンベロープ曲線であって、音Sの期間に振幅を変化させるものである。エンベロープは、ここでは0と1の間の値を有するものとする。

【0105】

第1利得 G_1 の適切な値を決定するとき、エンベロープを速度と乗算してもよい。また、ピッチに依存した音色の変化を得るために、エンベロープと速度との積を更に、ピッチ周波数が増加した半音ごとに半音定数 C_h で乗じてもよい。同様に、ピッチ周波数が減少した半音ごとに半音定数 C_h で除算してもよい。この半音乗数 C_h は、例えば値0.9を有してもよいが、この値に限定されるものではない。

10

【0106】

さらに、エンベロープと、速度と、半音定数 C_h との積をまた、調整定数(scaling constant) C_1 で乗じてもよい。ここで、調整定数 C_1 は、速度が0の値を有するとき、パラメトリック等化器がどれだけ楽音の強弱を減少させることが望ましいかを決定する。第1利得 G_1 を決定するとき、音Sが原音よりも強くなるように第1利得 G_1 に値を与えるために、定数 C_2 も得られた利得に加えてもよい。

【0107】

これは次のとおり表すことができる。

$$G_1 = C_2 - C_1 (1 - \text{速度} * \text{エンベロープ} * (C_h)^{n_{ht}}) \quad \dots \text{(式3)}$$

)

20

ここで、 n_{ht} は任意の実整数値又は非整数値であってよく、再生ピッチが元のピッチと異なる半音の数、すなわち、実際の実施形態において音Sについて行われた周波数の可能な偏移を表す。 n_{ht} は通常、区間-128と128の間の値を有し、人間の可聴周波数帯域のために、この区間は楽器が演奏できる本質的にすべての音を網羅する。

【0108】

上述のとおり、式3はいくつかの可能な実施例のうち一つを示すに過ぎない。ここで、これらの可能な実施例は、速度と、エンベロープと、音Sのピッチとのうち1又は複数のような2次パラメータに基づいて第1利得 G_1 を決定するという共通の特徴を有している。したがって、第1利得 G_1 の効率的かつ正確な決定が実現できる。

【0109】

このように、一般的に言えば、パラメトリック等化器の第1利得 G_1 はいくつかのパラメータ、 p_1, p_2, \dots, p_n に依存する。すなわち、

$$G_1 = \text{function}(p_1, p_2, \dots, p_n) \quad \dots \text{(式4)}$$

ここで、これらのパラメータのうち一つはそれぞれ、少なくとも部分的に自動化されているか、若しくは少なくとも部分的に楽音強弱変更装置を用いる人が制御するか、のいずれか、又は少なくとも部分的にこの装置を制御する制御ユニットによって制御される。別の実施例によれば、これらのパラメータは乗法性であってもよいし、加法性であってもよい。

30

【0110】

より詳細に言えば、動的に変化する音色は、エンベロープ及び速度を利用して第1利得 G_1 を決定することによって実現できる。上述のとおり、エンベロープ値は音Sの強弱が音Sの期間にどのように変化するか、例えば、別の強弱レベルを有すると同時に消えて行くか、クレシェンドが与えられるかどうかを決定する。本発明の二つの実施例によれば、第1利得 G_1 は次のように決定される。

40

$$G_1 = -(\text{ベースレベル} + \text{ダイナミックレンジ} * (\text{速度} * \text{エンベロープ})) \quad \dots \text{(式5)}$$

又は

$$G_1 = -(\text{ベースレベル} + \text{ダイナミックレンジ} * (\text{速度} * \text{エンベロープ}) / 2) \quad \dots \text{(式6)}$$

ここで、

50

【0111】

「ベースレベル」は最小許容強弱レベル，例えば - 60 dB，

【0112】

「ダイナミックレンジ」は音 S のダイナミックレンジ，例えば 80 dB（例えば， - 60 dB ~ + 20 dB），

【0113】

「速度」は 0 と 1 の間の値を有する力であって，キー，ペダル，スライダのようなインタフェースを介して利用者が動的に変化させることができる力，又はキーをタッチする力，

【0114】

「エンベロープ」は 0 と 1 の間の値を有する，音 S の少なくとも部分的に自動化された振幅エンベロープであって，音 S の期間に変化するエンベロープ，である。

【0115】

式 5 及び 6 において，本発明によれば，音の強さの正の変化は通常負のフィルタ利得 G_1 になり，音 S の強さの負の変化は通常正のフィルタ利得 G_1 になることを示すために，負符号が式に加えられている。

【0116】

このように，式 5 及び 6 は楽音の強弱変更をエンベロープ及び速度に関係させるために用いることができ，しばしば非常に有用である。

【0117】

本発明の実施例によれば，等化器フィルタの共振周波数 f_r は，例えばドラム又は楽器の弦の衝撃点に基づいて調整される。実際の楽器では，弦に触れる点又はドラムを叩く点と異なる異なる音 S が生成されるが，本発明のこの実施例によればこれを写實的に模擬することができる。ここで，共振周波数 f_r は衝撃点によって変化するが，これはある種の入力インタフェース，例えば M I D I 規格のドラムによって提供される。共振周波数 f_r を偏移させることによって，一つのほかの周波数が選択され，選ばれた共振周波数が，ドラム又は弦の衝撃点に基づく新しい基本周波数になりこれが，音 S の強さが変更されたとき，音 S の音色をどのように変えるかを決定する。

【0118】

本発明の実施例によれば，音 S は少なくとも二つの音 S_k ， $k = 1, 2, \dots, N$ ，の組合せである。したがって，ここでは，2 又はそれ以上の音 S_k は組み合わせられて音 S を形成する。これは，例えば，いくつかの重畳された音 S_k が集合音 S として処理される場合，例えば，複数の階層に複数の標本を有する楽器，又はエンベロープの段階遷移若しくは互いに内挿された，本質的に同一ピッチを有するほかの音遷移の間に 1 又は複数の並行する音がある楽器，の場合でありうる。これらの音は本質的に同一ピッチを有しているため，結合音 S として一緒に処理できる。

【0119】

このように，本質的に同一ピッチを有する複数の音 S_k ，又は基本的に同一ピッチを有するようにピッチ偏移され，少なくとも時折は例えば層化された音 S_k のように同時に呈示される複数の音については，これらの複数の音 S_k を結合音 S として一緒に処理することができ，このことは，もちろん，システムの計算複雑度を低下させる。

【0120】

本発明の実施例によれば，パラメトリック等化器は少なくとも二つの縦続するパラメトリック等化器を含む。したがって，高次フィルタ特性，そしてまたフィルタ特性のほかの形状もが，実現できる。使用される縦続フィルタは，好適なフィルタ特性に基づいて選択される。

【0121】

本発明の実施例によれば，パラメトリック等化器によつて波及び増幅が一つのステップで同時に行われる。ここで，1 又は複数の波係数は，例えば第 2 利得の電力比值 g_2 で予め乗じてよい。 g_2 は第 2 利得の対数值 G_2 と等価な電力比であって，これらの「

10

20

30

40

50

増幅された、ろ波係数によるろ波がまた、ろ波が行われると同時に増幅も行くとみなされるものである。

【0122】

例えば、パラメトリック等化器が二つの極及び二つの零点を有する2次再帰線形IIRフィルタ、すなわちデジタル双2次フィルタであるとき、ろ波前の入力信号を X_n 、ろ波後の出力信号を Y_n とすると、出力信号 Y_n は次のように表すことができる。

$$Y_n = a_0 * X_n + a_1 * X_{n-1} + a_2 * X_{n-2} + b_1 * Y_{n-1} + b_2 * Y_{n-2} \dots \text{(式7)}$$

ここで、 a_0 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 はデジタル双2次フィルタの係数であり、 n は離散時間信号の入力値 X_i 及び出力値 Y_i の現在の時間インデクスである。

【0123】

次に、入力係数 a_0 、 a_1 、 a_2 は対数で表した第2利得 G_2 に等価の電力比である電力比である電力比值 g_2 で予め乗じてもよく、したがって、第2利得 G_2 による増幅がパラメトリック等化器によって行われる。この例においては、増幅をパラメトリック等化器の入力係数の一部とすることによって、技術的にはろ波ステップの前に増幅が行われる。

【0124】

上述の本発明の方法の種々のステップは、任意の適切な順序で結合し、又は実行することができる。もちろん、このための条件は、本発明の方法のほかのステップと共に用いるためのステップの要求条件が、利用可能な手段で満たされなければならないことである。

【0125】

本発明の方法は、計算機において動作したとき、本方法の各ステップを計算機に実行させるコード手段を有する計算機プログラムによって実現してもよい。この計算機プログラムは、計算機プログラム製品の計算機可読媒体に含めてもよい。この計算機可読媒体は、ROM、PROM、EPROM、フラッシュメモリ、EEPROMのような本質的に任意のメモリ、又はハードディスクドライブからなってもよい。

【0126】

本発明の態様によれば、音響信号に含まれる音 S の強弱を変更する装置が呈示される。この装置は音響信号をろ波するようになっているパラメトリック等化器を含む。このパラメトリック等化器は、当該パラメトリック等化器特性のピークに関して第1利得 G_1 を有する。パラメトリック等化器はまた、音 S のピッチ周波数 f_p に関する共振周波数 f_r も有する。装置はさらに、第2利得 G_2 で音響信号を増幅する増幅器を含む。ここで、第2利得 G_2 は第1利得 G_1 に依存する。このようにして、音 S の強弱を変更する装置は、上述の本発明の方法を実効するようになっている。装置はさらに、上述の本発明のすべての実施形態を実行するようにしてもよい。

【0127】

第2増幅器利得 G_2 は、第1パラメトリック等化器利得 G_1 の反転に本質的に等しい値 $G_2 = -G_1$ を有してもよい。又は、第1係数 k_1 を乗じた第1パラメトリック等化器利得 G_1 、 $G_2 = -k_1 * G_1$ に等しい値を有してもよい。第2増幅器利得 G_2 が別の値を有するように調整することによって、音 S に関して所望の音色が実現できる。

【0128】

第1パラメトリック等化器利得 G_1 は正の値、 $G_1 > 0$ を有してもよい。これは、楽音の強弱が減少する、すなわち、音 S が弱くなったように知覚されることになる。

【0129】

しかし、第1パラメトリック等化器利得 G_1 はまた、負の値 $G_1 < 0$ を有してもよい。これは、楽音の強弱が増加する、すなわち、音 S が強くなったように知覚されることになる。

【0130】

このように、本発明によれば、第2増幅器利得 G_2 の値にも影響する第1パラメトリッ

ク等化器利得 G_1 の値の選択に応じて、より弱い音 S 及びより強い音 S 双方が生成されるように、楽音の強弱の変更を容易に選択することができる。

【 0 1 3 1 】

第1パラメトリック等化器利得 G_1 と、周波数 f_r と、 Q 値ともまた適応型の値を有してもよく、これらの値は動的に変更してもよく、楽音の強弱の変更が、例えば、楽器を演奏している音楽家又は音響処理装置を操作している操作者が、音 S が演奏されているか、又は処理されている間であっても、素早く、容易に行うことができる。

【 0 1 3 2 】

パラメトリック等化器の共振周波数 f_r はまた、音 S の音色を変えるために用いてもよい。この共振周波数 f_r が音 S のピッチ周波数 f_p に等しいか、ほとんど等しいように選択することによって、種々の音色が生成され、これは写実的な音を生成するために用いることができる。

10

【 0 1 3 3 】

当業者であれば、本発明による音の強弱を変更する方法及び装置を、上述の例示実施例から修正することができる。

【 0 1 3 4 】

当業者には自明のことであるが、上述の例示実施例にいくつかのほかの実現形態、修正物、変形物及び/又は追加物を成すことができる。本発明は、本願特許請求の範囲に入るこのようなすべてのほかの実現形態、修正物、変形物及び/又は追加物を含むことを理解されたい。

20

【 図 1 】

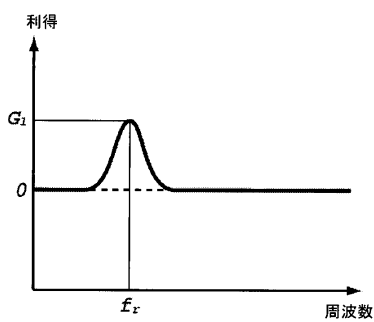


Fig. 1

【 図 3 】

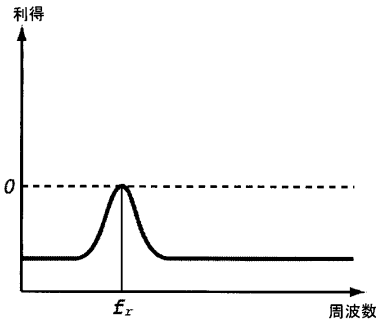


Fig. 3

【 図 2 】

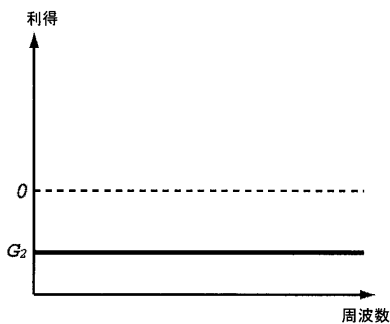


Fig. 2

【 図 4 】

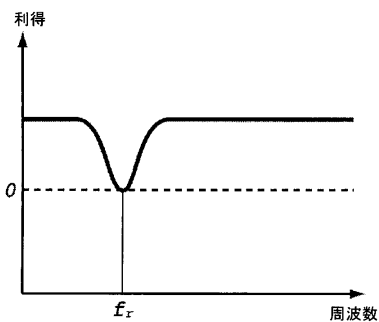


Fig. 4

【 図 5 】

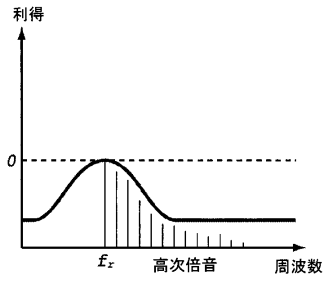


Fig. 5

【 図 7 】

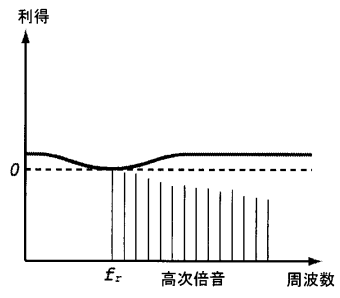


Fig. 7

【 図 6 】

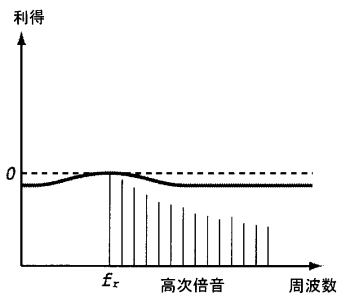


Fig. 6

フロントページの続き

(72)発明者 アルネ ワランデル
スウェーデン国, エス - 1 1 8 2 4 ストックホルム, タバストガタン 1 4

審査官 吉 澤 雅博

(56)参考文献 特開平09 - 1 0 2 7 1 9 (J P , A)
特開2 0 0 5 - 0 3 7 7 5 9 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 0 5 8 7 0 8 (J P , A)
特開平0 6 - 2 3 7 1 3 5 (J P , A)
特開平1 0 - 3 2 2 1 5 4 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 2 0 7 0 9 5 (J P , A)
特公昭5 1 - 0 1 5 3 7 4 (J P , B 1)
米国特許第0 4 4 8 4 3 4 5 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G 1 0 H 1 / 4 6