

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4384352号
(P4384352)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 5 B 13/02 (2006.01)

G 0 5 B 13/02

L

G 0 5 B 13/02

N

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-516266 (P2000-516266)	(73) 特許権者	500173701
(86) (22) 出願日	平成10年10月14日 (1998.10.14)		ベルトーン・エレクトロニクス・コーポレ ーション
(65) 公表番号	特表2001-520412 (P2001-520412A)		アメリカ合衆国イリノイ州60646シカ ゴ・ウエストビクトリアストリート420 1
(43) 公表日	平成13年10月30日 (2001.10.30)		
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/021701	(74) 代理人	110000741
(87) 国際公開番号	W01999/019779		特許業務法人小田島特許事務所
(87) 国際公開日	平成11年4月22日 (1999.4.22)	(72) 発明者	バツシーズ, スタブロス・フオテオス
審査請求日	平成17年10月12日 (2005.10.12)		アメリカ合衆国イリノイ州60068パー クリッジ・サウスクレツセント921
(31) 優先権主張番号	60/062, 354		
(32) 優先日	平成9年10月15日 (1997.10.15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)	審査官	佐藤 彰洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プログラム式補聴器用のニューロファジィに基づく装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

別個の補聴器をプログラムするフィッティングシステムであって、フィッティングシステムが、

プロセッサからパラメータをプログラム可能な補聴器に送りその性能を特定するための回路にプロセッサが連結された、プログラム可能な補聴器のためのパラメータの初期設定を確立するために選定された使用者データのニューラルネットワーク処理を実行するプログラム可能なプロセッサと、

予め記録された音響刺激に関する、補聴器の使用者から提供された実時間フィードバックを受け取るための回路及び予め記録された音響刺激を補聴器に提供するプロセッサによって作動可能なソフトウェアと、

使用者の多パラメータのフィードバックに応答して、それによって補聴器のパラメータを修正する、プロセッサによって作動可能な、ファジィ論理処理を実行する第2のソフトウェアと、

性能を変えるための補聴器に修正されたパラメータをダウンロードするための付加的なソフトウェアと

を具備することを特徴とする、上記フィッティングシステム

【請求項 2】

音響刺激を繰り返し提供し、使用者のフィードバックに応答して、最適のパラメータの組を提供するためにパラメータを繰り返し修正する更なるソフトウェアを含む請求項 1 に

記載のフィッティングシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本願は、1997年10月15日付け、仮出願60/062354号「知的聴取補助具用ニューロファジー手順」(A Neurofuzzy Methology For Intelligent Hearing Prosthetics)の一部継続出願であり、これにより優先権を主張する。

【0002】

【発明の分野】

本発明は、従来の成功した適合から学んだ情報及び種々の音響環境で聴きながらの使用者のコメント/応答に基づき、聴覚障害に基づいた電気音響的目標の提供によるプログラム式補聴器の適合に向けられる。これらの目標は補聴器の応答と適合すべきである。

10

【0003】

【発明の背景】

プログラム式補聴器は多くの異なった種類の聴力障害を受け入れ得る広範囲の電気音響応答を有するので、多くのパラメーターの値に対する選択の可能性を提供する。聴力測定を使用する聴覚学者/補聴器専門家は、障害を補償するために聴取装置が適合しなければならない目的/目標を決定する。

【0004】

プログラム式聴取装置の出現により、電気音響応答と目標との間のほぼ最適のマッチングを得ることが可能となった。目標は、最初は、線形の非プログラム式聴取装置用に提案された理論的又は経験的考慮に基づいた慣例的な手順により誘導される。近年、DSL_i/o及び図6のような非線形プログラム式聴取装置用に意図された新しい指令公式が使用されている。それにもかかわらず、その目標は、人工的な聴取環境(即ち騒音の重み付けされたスピーチ)に基づき、現実の環境における補聴器性能を適切に特徴付けていない。

20

【0005】

聴覚学者は、日常的環境における装置の性能を反映する使用者の苦情にしばしば直面し、そしてあまり最適とは言えない器具及び方法により装置の作動パラメーターを調整しなければならない。1回に1個ずつのパラメーターの調整(例えば低チャンネルのためのAGC、高チャンネルのための利得)は、パラメーター間の相互依存性が大きいためあまり最適な手順でない。更に、使用者の応答と苦情とが不正確かつ不確かであり、聴覚学者による解釈が必要である。

30

【0006】

最後に、米国特許5606620号に説明されたファジー論理装置のような使用者の応答を解釈する自動機構を考慮した器具でも、装置の個々のパラメーターを直接管理するため最適でない。この直接管理のため、パラメーター設定についての多くの矛盾した要求が、ファジー論理の本来の能力により適切に解決されない。更に、前記システムは、ファジールールの手入力以外の成功した適合からの学習を組み込んだ効果的な機構を提供しない。

【0007】

【発明の概要】

本発明は、適合プロセスの第1段階としてニューロファジー装置を提供し、特定の聴力損失を補償する初期目標を作る。これらの目標は、収集された個々の音響的及びその他のデータと既に成功した適合からの蓄積された学習との両者に基づく。効果的な初期目標による適合プロセスから出発し、プロセスをかなり短縮することができる。

40

【0008】

目標は、異なった入力レベルについての利得曲線、信号対ノイズ曲線などの形式を持つことができる。これらの曲線は、使用される特定の聴取装置には直接依存せず、これらは特定の障害に対する「理想的」な補装具の電気音響的応答を表す。

【0009】

多層ニューラルネットワークにより目標が作られる。これは、聴力の閾値及び相当する最良の周波数のような音響測定値の組と、各主観についての異なった入力レベルにおける利

50

得曲線との間の最適な適合を作るようにトレーニングされた「ブラックボックス」情報処理システムである。ニューラルネットワークは、優先した知識を必要とし、これを得るには解に収斂するための大量のデータを必要とする。

【 0 0 1 0 】

要求される優先した知識は、選定された地域からの補聴器販売小売店より収集されたデータを使用して、製造中に行われるオフラインのトレーニング段階中にネットワークに入力される。NAL及び図6のような現在利用し得る規範的な諸原理が、かかるデータに基づきかつ伝統的な非プログラム式補聴器、及びプログラム式装置の出発周波数/利得目標曲線の適合に使用される。

【 0 0 1 1 】

この公知の原理は、データの相互依存性を十分に反映する多量の適合データの観察に基づく公式を開発することが不可能であるため、範囲の限定されることが明らかである。ニューラルネットワークは、問題の本質的な非線性をより効果的に獲得する。獲得された知識は、ネットワークの隠された層におけるノードルウエイト (nordal weight) の形式である。

【 0 0 1 2 】

ネットワークのトレーニングは、成功した適合を達成する微調整の後でなし得る継続したプロセスである。後で説明される微調整プロセスに基づくファジー論理から得られる変更された目標が、ニューラルネットワークの再トレーニングに使用される。かかるオンライントレーニングは、ニューロファジー適合装置が特定の依頼者の特殊性の方に偏ることを許す。

【 0 0 1 3 】

このニューロファジー方法の微調整プロセスは適合プロセスのループを閉じる。初期目標が作られた後、聴取補助具のすべてのパラメーターの設定が誘導され、補聴器に伝達される。次いで、使用者は、異なった音響刺激 (例えば、異なったレベルのスピーチ、異なった信号対ノイズ比におけるスピーチとノイズなど) を聴き、音量、調性、快適性、歪み、明瞭度などのような音響識別の品質を使って補聴器の性能を超過するように要求される。ファジーインターフェースが、使用者応答の入力として得られた目標、並びに音響刺激の幾つかの目的特性 (例えば総合音圧レベル及び信号対ノイズ比) を、予め入力されたルールを使って変更する。

【 0 0 1 4 】

事前入力されたファジールールは、製造業者により、あるいは聴覚学者により局所的に提供することができる。新しい変更された目標が、すべてのパラメーターについて新しい値の組を誘導するために使用され、これは一方では補聴器にダウンロードされる。新しい試験の組が完了し、満足な結果が得られるまでこの循環が繰り返される。

【 0 0 1 5 】

補聴器のパラメーターは、補聴器への入力の音響特性と目標曲線 (これは極限においては、補聴器の電気音響特性と同じである) との関数である。この関係は、目標及び入力時の音響特性と出力時の対応する特性を使ってニューラルネットワークを予備トレーニングすることによりこれにエンコードすることができる。適合プロセスの終わりに満足度の尺度に依存して、聴覚学者/補聴器専門家は、初期目標を作るニューラルネットワークの再トレーニングのために最終目標を使うことができる。

【 0 0 1 6 】

本発明のその他の多くの利点及び特徴が本発明とその実施例の以下の詳細な説明及び請求項及び付属図面より容易に明らかになるであろう。

【 0 0 1 7 】

【 好ましい実施例の詳細な説明 】

本発明は、多くの異なった形式の実施例が可能であるが、開示内容が本発明の原理の例示として考えられかつ本発明を説明される特定の実施例に限定しないことが意図されるという理解の下で、その特別な実施例がここに図示されかつ詳細に説明されるであろう。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

図 1 に示された装置は、プログラム型補聴器の性能の最適化に使用される本発明のニューロファジー (neurofuzzy) システムのブロック図表現である。この方法は、キーボード、タッチスクリーン、及びデータ入力の際に使用されるポート及びモニター点及び微調整プロセスに使用される音響信号を作るために使用される音響カード及び C D R O M のようなコンピュータ周辺装置を有するパーソナルコンピュータにおいて具体化することができる。

【 0 0 1 9 】

図 1 のブロックは、補聴器製造業者により聴覚学者に提供されるソフトウェアパッケージにおける個別サブルーチンである。聴力データ 1 はコンピュータのキーボードを介してシステムに入力され、これは、特に種々の周波数における聴力閾値データを含む。上のデータは予備トレーニングされたニューラルネットワークに入力される。このネットワークの一部が図 2 に示される。

10

【 0 0 2 0 】

ネットワークは、特定使用者の障害を補償するために与えられる入力レベルに適合するために補聴器が必要とする所要の目標値を作る。図 2 は、3 種の異なった周波数域に対する目標値の例を示す。これらの値の各は、使用者の聴力データ (簡単のためここでは閾値だけが示される) 及び隠されたニューラル層に埋もれた情報である。この情報は、ニューラルネットワークのトレーニング期間 3 の間にここに置かれる。かかるトレーニング手順は本分野の熟練者によく知られている。

20

【 0 0 2 1 】

ニューラルネット 3 のトレーニングは、装置 (ソフトウェアパッケージ) が使用のために聴覚学者に送られる以前にオフライン 1 4 で行われる。

【 0 0 2 2 】

聴取装置の性能の満足度レベル 8 が十分に高い場合は、ニューラルネットの隠されたニューロンに埋もれていた情報を更新し、成功した微調整プロセスの後に誘導される変更された目標 1 5 の組を使用することによりトレーニングを行うことができる。再トレーニングの前、隠されたニューロンは、聴力測定データ 1 及びその他の患者データ 2 に基づいて目標曲線の初期の組を作るであろう。

【 0 0 2 3 】

再トレーニング後、更なる目標曲線は、過去の成功した微調整プロセスから得られたものにより近づくであろう。次いで、同様な聴力測定データを有する使用者のために、システムは、この特定の障害の要求により近い初期目標を作り、こうして微調整プロセスを短縮させるであろう。

30

【 0 0 2 4 】

新しい目標の組が作られる 5 ごとに、補聴器の電気音響的応答をその目標に適合させるようにそのパラメーターを変更しなければならない。適切なパラメーターの作成 6 は、パターンマッチングの検索の形式を取り、或いは消費時間の制限された場合は予備トレーニングされたニューラルネットワークによる実行の形式を取ることができる。

【 0 0 2 5 】

パラメーターが作られると、これらはプログラマーユニット 7 を経て補聴器 1 3 に送られる。プログラム式補聴器 1 3 が使用者に装着され、使用者は特別の音声 / 音響の刺激 1 2 を聴きながらその性能を評価するように求められる。次いで、使用者は、音量、調性、快適性、明瞭度などのような幾つかの音の品質の項目で定量的に評価する。

40

【 0 0 2 6 】

使用者は、例えばタッチスクリーンモニターを介して尺度の数で入力することによりその応答 1 1 を入力する。この応答がどのように繰り返されたかの例が次の説明される。使用者にとって刺激音が大きい場合は、図 2 に示される音量尺度についてメンバーシップグラフに大きい数 (3) が入力される。

【 0 0 2 7 】

50

前記グラフのx軸上の値3は、使用者により識別されたその音のレベルが音量大のカテゴリのメンバーシップ度(membership degree)1を有すること、及び前記グラフのy軸において示されるようにソフト/普通カテゴリでメンバーシップ等級0であることを意味する。メンバーシップグラフの数はファジー論理システム9に入力される。

【0028】

図2において、熟練者が本発明を理解し実行するためのファジー論理及びその演算の流れ図が示される。図3のスピーチレベルと呼ばれる客観的入力カテゴリにおけるメンバーシップ度は、補聴器への入力信号のレベルが普通の聴取使用者が快適(メンバーシップ度0.7)と呼ぶ値に非常に近いことを示す。この同じ信号は、「音量」と呼ばれる主観入力により示されるとき、補聴器使用者により「大声」として特徴付けられる(音量カテゴリにおけるメンバーシップ度0.9)。同じ信号が調性尺度においては低周波数として特徴付けられ(メンバーシップ度0.8)、明瞭度尺度においては「概ね不明瞭」として特徴付けられる(メンバーシップ度0.5)

上の評価が与えられた場合、この例の補聴器は、音量及び明瞭度の普通レベルへの修復がうまく行われないことが明らかである。

【0029】

初期目標についてのある種の調整が必要である。所要の調整はファジー論理システムを実行しなければならない次のルール例において説明される。

1. 低ピッチ又は不明瞭の場合は、高周波数を増加する。
2. 音量が大きくかつ入力が普通である場合は、低、中、及び高周波数を減らす。
3. 高ピッチでかつ明瞭である場合は、高周波数を減らす。
4. 音量が普通でありかつ入力が普通である場合は、高、中、及び低周波数はOKである。
5. ピッチがOKでありかつ明瞭度がOKである場合は、高周波数はOKである。
6. 音量がソフトでありかつ入力が普通である場合は、高、中、及び低周波数を増加させる。

【0030】

上例のルールの実行が図2に示される。ルール実行の結果は、普通レベルの入力音に対する補聴器の目標電気音響応答に相当する正常目標と呼ばれる周波数/利得曲線に対する利得の増加、減少又は不変となるであろう。目標曲線は単純化のために低、中及び高の周波数部分に分割される。これら各部分の利得は、上の推定ルールにより割り当てられたメンバーシップ度の値に応じて増加、減少、又は不変とすることができる。

【0031】

ルールNo.1は、通常目標・高周波数尺度における高周波数増加のカテゴリに、2個のメンバーシップ度の値(音量尺度の音量大のカテゴリ、及びスピーチレベル尺度における快適カテゴリ)を割り当てる。得られたメンバーシップ度は0.8である。他のルールに対して同じ手順が行われる。

【0032】

各カテゴリに1以上のメンバーシップ度が割り当てられたならば、最大値を有するものが選定される。すべてのルールを実行した後、更に3個の周波数尺度のメンバーシップ度に基づいて、低及び中の周波数における利得が減少し、高い周波数についても利得がほとんど変化しないであろうことが明らかである。利得の変化の所要量は、高周波数目標のためのメンバーシップグラフに示される重心則のような法則により誘導される。

【0033】

各部門(増加、OK、減少)の陰影部分は、メンバーシップ度の視覚表現を与える。陰影部分の重心はx軸において-3より3に近い(1に近い)。図の中心は、高周波数目標に何デシベルの利得を加えるべきかを示す直観的に明確な値である。そこで、図3は、3dBの明確な値を目標曲線の中及び低の周波数利得から差し引くべきことを示す。

【0034】

異なった聴取試験及び評価の組が新しい変更された目標を使って完了したとき、聴覚学者

10

20

30

40

50

が満足なレベルの性能に達したと決定するまで微調整手順が続くであろう。満足度メーター 8 は、目標曲線の重み付け集積変更に基づくことができる。収束値が得られると、これを、微調整プロセスの収束逡減点に達した指標とすることができる。

【 0 0 3 5 】

本技術の熟練者により変化及び変更を提言できるが、必要であるとした初期目標の作成及びそれへの調整のために、合理的かつ適正に寄与の範囲内にある全ての変化及び変更を保証する本発明内で実施することが本発明の意向である。

【 0 0 3 6 】

以上から、本発明の精神及び範囲内で種々の変化及び変更をなし得ることが観察されるであろう。ここに示された特定の器具に限定することは意図されず又は推定すべきでないことを理解すべきである。特許請求の範囲内のすべての変更は特許請求項に含まれることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

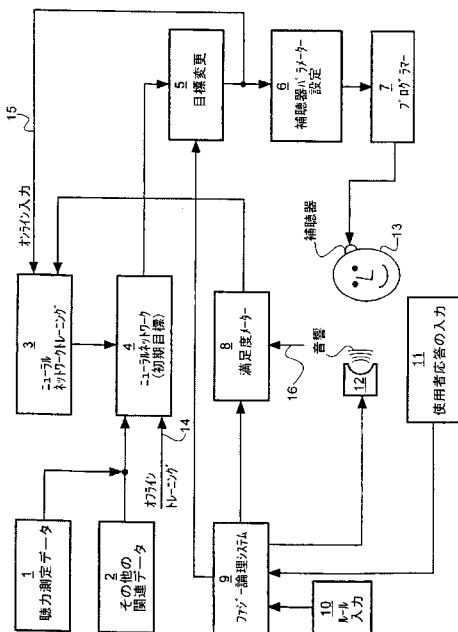
【図 1】 ニューロファジー手順を実行する装置及び聴力障害の使用者及び聴覚学者との相互作用点（データ入力ブロック）のブロック図である。

【図 2】 聴取閾値に基づき幾つかの周波数について利得目標値を作るニューラルネットワークの一部の線図である。

【図 3】 ニューラルネットワークにより最初に作られた目標を変更するファジー論理システムの「流れ図」表現である。ファジー論理は聴取装置の相互型微調整手順の部分である。

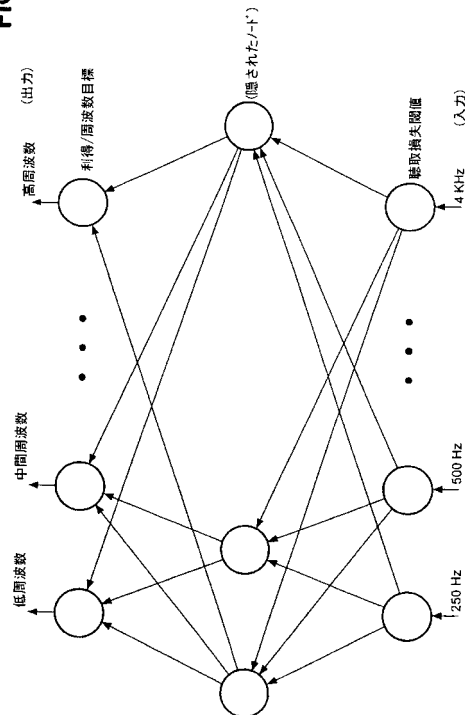
【 図 1 】

FIG. 1



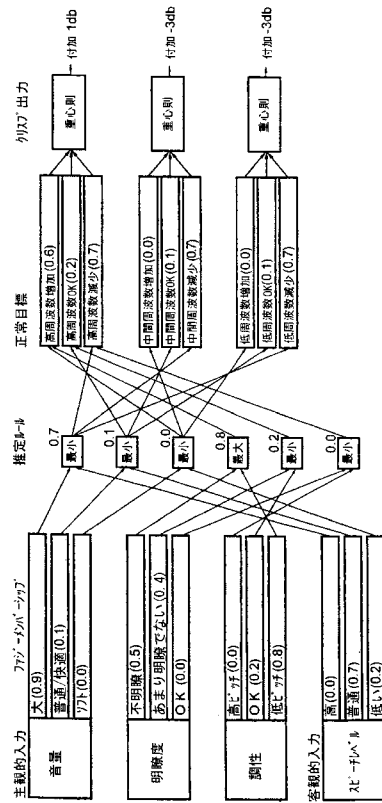
【 図 2 】

FIG. 2



【図 3】

FIG. 3



【図 3 A - B】

FIG. 3A

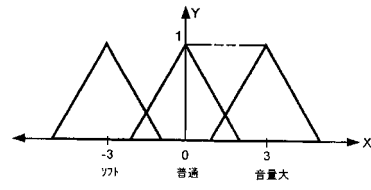
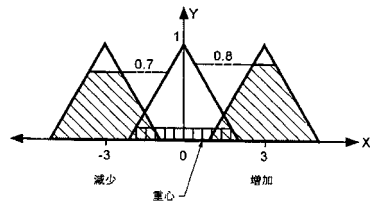


FIG. 3B



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-043900(JP,A)
特開平08-054904(JP,A)
特開平08-275296(JP,A)
特表昭62-500485(JP,A)
特表平01-500631(JP,A)
特表平10-505207(JP,A)
特開平06-121392(JP,A)
特開平08-275297(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 13/02

H04R 25/00-25/04