

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6625898号
(P6625898)

(45) 発行日 令和1年12月25日(2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日(2019.12.6)

(51) Int. Cl.	F I	
HO4R 25/00 (2006.01)	HO4R 25/00	Z
GO6N 3/02 (2006.01)	HO4R 25/00	L
	HO4R 25/00	M
	HO4R 25/00	J
	GO6N 3/02	

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-32419 (P2016-32419)	(73) 特許権者	000115636
(22) 出願日	平成28年2月23日 (2016.2.23)		リオン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-152865 (P2017-152865A)		東京都国分寺市東元町3丁目20番41号
(43) 公開日	平成29年8月31日 (2017.8.31)	(74) 代理人	100114971
審査請求日	平成30年12月27日 (2018.12.27)		弁理士 青木 修
		(72) 発明者	春田 智穂
			東京都国分寺市東元町3丁目20番41号
			リオン株式会社内
		(72) 発明者	上村 佑基
			東京都国分寺市東元町3丁目20番41号
			リオン株式会社内
		(72) 発明者	春原 政浩
			東京都国分寺市東元町3丁目20番41号
			リオン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 補聴器フィッティング装置、補聴器フィッティングプログラム、補聴器フィッティングサーバ、および補聴器フィッティング方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算するニューラルネットワーク演算部と、

補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて前記入力データを生成する入力データ生成部と、

前記出力データに基づいて補聴器のパラメータ値を設定する補聴器パラメータ設定部と、

を備え、

前記聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示し、

前記入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含み、

前記入力データ生成部は、(a)前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれかに対応する、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記2値のうちの第1の値を設定し、(b)前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記2値のうちの、前記第1の値とは異なる第2の値を設定すること、

を特徴とする補聴器フィッティング装置。

【請求項 2】

前記出力データは、複数の周波数における挿入利得または最大出力音圧レベルであることを特徴とする請求項 1 記載の補聴器フィッティング装置。

【請求項 3】

前記入力データは、前記聴力レベルデータの前記入力値とともに、前記使用者の属性データおよび前記補聴器の属性データの少なくとも一方の入力値を含むことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の補聴器フィッティング装置。

【請求項 4】

前記補聴器のフィッティング結果に基づいて前記階層型ニューラルネットワークを学習する学習処理部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項記載の補聴器フィッティング装置。 10

【請求項 5】

前記ニューラルネットワーク演算部は、前記入力データに対して、少なくとも 2 層の隠れ層を有する階層型ディープニューラルネットワークで出力データを演算することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか 1 項記載の補聴器フィッティング装置。

【請求項 6】

コンピュータを、
入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算するニューラルネットワーク演算部、 20

補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて前記入力データを生成する入力データ生成部、および

前記出力データに基づいて補聴器のパラメータ値を設定する補聴器パラメータ設定部として機能させ、

前記聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示し、

前記入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対のすべてに対する 2 値の入力値を含み、

前記入力データ生成部は、(a) 前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれかに対応する、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記 2 値のうちの第 1 の値を設定し、(b) 前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記 2 値のうちの、前記第 1 の値とは異なる第 2 の値を設定すること、 30

を特徴とする補聴器フィッティングプログラム。

【請求項 7】

入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算するニューラルネットワーク演算部と、

補聴器フィッティング装置から前記入力データを受信するとともに、前記補聴器フィッティング装置へ前記出力データを送信する通信処理部とを備え、 40

前記入力データは、補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて生成されており、

前記聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示し、

前記入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対のすべてに対する 2 値の入力値を含み、

(a) 前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれかに対応する、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記 2 値のうちの第 1 の値が設定されており、(b) 前記聴力レベルデータが示す前記 50

測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記2値のうちの、前記第1の値とは異なる第2の値が設定されており、

前記階層型ニューラルネットワークは、前記入力値を有する前記入力データに対して、前記補聴器フィッティング装置による前記補聴器のパラメータ値の設定に使用される前記出力データを出力するように学習されていること、

を特徴とする補聴器フィッティングサーバ。

【請求項8】

補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて入力データを生成する入力データ生成ステップと、

前記入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算する演算ステップと、

前記出力データに基づいて補聴器のパラメータ値を設定する設定ステップと、

を備え、

前記聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示し、

前記入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含み、

前記入力データ生成ステップでは、(a)前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれかに対応する、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記2値のうちの第1の値を設定し、(b)前記聴力レベルデータが示す前記測定周波数と前記聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、前記標準測定周波数と前記聴力レベル座標値との対に対する前記入力値には、前記2値のうちの、前記第1の値とは異なる第2の値を設定すること、

を特徴とする補聴器フィッティング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、補聴器フィッティング装置、補聴器フィッティングプログラム、補聴器フィッティングサーバ、および補聴器フィッティング方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

補聴器フィッティングをサポートするために、補聴器使用者の聴力レベル(聴取閾値)から補聴器の最適な周波数特性や音響利得を推定するフィッティング処方式が種々提案されている。補聴器の調整者は、このようなフィッティング処方式で得られる周波数特性や音響利得に基づいて、補聴器に初期パラメータ値を設定した後、さらに、パラメータ値の調整を行い、使用者にとって適切なパラメータ値を補聴器に設定する。

【0003】

ある装置は、ニューラルネットワークを使用して、使用者の聴力測定データから初期目標値を生成し、初期目標値に対応するパラメータを補聴器に設定し、その後、使用者による評価に基づいて、ファジー理論で目標値を調整し、調整した目標値に対応するパラメータを補聴器に設定することで、補聴器のパラメータを最適化している(例えば特許文献1参照)。

【0004】

この装置では、所定の複数の周波数に対する聴力レベルが、ニューラルネットワークへの入力として使用され、複数の周波数域における利得目標がニューラルネットワークへの出力として得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特表2001-520412号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

標準純音聴力検査では、聴力測定すべき複数の測定周波数（以下、標準測定周波数という）が指定され、複数の測定周波数に対して可聴最小音が、聴力レベル（dBHL）または聴力レベルから換算される音圧レベル（dB SPL）のいずれかで示される。しかしながら、一部の標準測定周波数について聴力測定が行われないことが多い。例えば、ある測定周波数の聴力レベルと別の測定周波数の聴力レベルとが同程度である場合、それらの測定周波数の中間にある測定周波数については聴力レベルの測定が行われないことがある。また、使用者が高齢者や子供の場合、長時間の聴力測定に耐えられないときには、一部の測定周波数のみについて聴力測定が行われる。

【 0 0 0 7 】

このように、聴力検査で得られる聴力レベルデータは、所定の測定周波数のすべてについての聴力レベルを含んでいるとは限らない。

【 0 0 0 8 】

他方、ニューラルネットワークを学習させ、正確な出力値を得るためには、多くの入力データが必要となる。しかしながら、上述の装置のニューラルネットワークの場合、入力データとして、すべての周波数についての聴力レベルが必要になり、部分的に聴力レベルが欠落している入力データをそのまま入力すると、聴力レベルが欠落している周波数についての入力値が不明となるため、正確な出力が得られない可能性がある。また、ニューラルネットワークの学習のために、すべての周波数についての聴力レベルを含んでいる入力データを多数準備するのが困難である。これらの理由から、上述の装置によってフィッティングを行う場合、実際には、適切に補聴器のパラメータ値が設定できない可能性がある。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、聴力測定結果が一部の周波数で欠落している場合でも、適切に補聴器のパラメータ値が得られる補聴器フィッティング装置、補聴器フィッティングプログラム、補聴器フィッティングサーバ、および補聴器フィッティング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】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る補聴器フィッティング装置は、入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算するニューラルネットワーク演算部と、補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて前記入力データを生成する入力データ生成部と、前記出力データに基づいて補聴器のパラメータ値を設定する補聴器パラメータ設定部とを備える。聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示す。入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含む。そして、入力データ生成部は、（a）聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれかに対応する、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの第1の値を設定し、（b）聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの、第1の値とは異なる第2の値を設定する。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る補聴器フィッティングプログラムは、コンピュータを、上述のニューラルネットワーク演算部、上述の入力データ生成部、および上述の補聴器パラメータ設定部として機能させる。

10

20

30

40

50

【0012】

本発明に係る補聴器フィッティングサーバは、入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算するニューラルネットワーク演算部と、補聴器フィッティング装置から入力データを受信するとともに、補聴器フィッティング装置へ出力データを送信する通信処理部とを備える。入力データは、補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて生成されている。聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示す。入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含む。(a)聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれかに対応する、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの第1の値が設定されており、(b)聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの、第1の値とは異なる第2の値が設定されている。そして、上述の階層型ニューラルネットワークは、上述の入力値を有する入力データに対して、補聴器フィッティング装置による補聴器のパラメータ値の設定に使用される出力データを出力するように学習されている。

10

【0013】

本発明に係る補聴器フィッティング方法は、補聴器の使用者の聴力レベルデータに基づいて入力データを生成する入力データ生成ステップと、入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算する演算ステップと、出力データに基づいて補聴器のパラメータ値を設定する設定ステップとを備える。聴力レベルデータは、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周波数における聴力レベルとの対を示す。入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含む。そして、入力データ生成ステップでは、(a)聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれかに対応する、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの第1の値を設定し、(b)聴力レベルデータが示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの、第1の値とは異なる第2の値を設定する。

20

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、聴力測定結果が一部の周波数で欠落している場合でも、適切に補聴器のパラメータ値を設定できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る補聴器フィッティング装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1におけるニューラルネットワーク演算部32で使用される階層型ニューラルネットワークの構成を説明する図である。

40

【図3】図3は、図1における入力データ生成部31による聴力レベルデータ23から入力データ(聴力入力値)への変換について説明する図である。

【図4】図4は、実施の形態1に係る補聴器フィッティングの実施例による擬似挿入利得の推定値とテストデータでの擬似挿入利得との差分の平均値および最大出力音圧レベルの差分の平均値を示すとともに、従来のフィッティング処方式による推定値とテストデータでの擬似挿入利得との差分の平均値および最大出力音圧レベルの差分の平均値を示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施の形態2に係る補聴器フィッティングサーバの構成を示すブロック図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0017】

実施の形態1 .

【0018】

図1は、本発明の実施の形態1に係る補聴器フィッティング装置の構成を示すブロック図である。図1に示す補聴器フィッティング装置1は、例えば、各種ソフトウェアプログラムをインストールされたパーソナルコンピュータである。

【0019】

この実施の形態では、補聴器フィッティング装置1は、オーディオメータ2に接続されている。オーディオメータ2は、補聴器3の使用者の聴力検査を行う装置である。補聴器3は、プログラマブル補聴器を想定しているが、手動で調整される補聴器も想定可能である。補聴器フィッティング装置1が補聴器3に対してゲインなどの指定するパラメータ値を設定する場合には、補聴器フィッティング装置1が、補聴器3に接続される。

【0020】

補聴器フィッティング装置1は、通信装置11a、11b、ネットワークインターフェイス11c、記憶装置12、演算処理装置13、表示装置14、および入力装置15を備える。

【0021】

通信装置11aは、オーディオメータ2との間でデータ通信を行うインターフェイスであり、通信装置11bは、補聴器3との間でデータ通信を行うインターフェイスである。例えば、通信装置11a、11bには、周辺機器インターフェイスまたはネットワークインターフェイスが使用される。ネットワークインターフェイス11cは、例えばLAN (Local Area Network) やインターネットを経由して、外部サーバとの間でデータ通信を行う。なお、通信装置11aの代わりにネットワークインターフェイス11cを使用してオーディオメータ2とのデータ通信が行われるようにしてもよい。また、通信装置11a、11bはそれぞれ、補聴器フィッティング装置1とオーディオメータ2の間および補聴器フィッティング装置1と補聴器3の間で必要なデータを受け渡し可能であれば、上述のような通信手段でなくてもよい。

【0022】

記憶装置12は、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブなどの不揮発性の記憶装置であって、プログラムやデータの格納に使用される。演算処理装置13は、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) などを有するコンピュータを含み、プログラムをRAMにロードしCPUで実行して、各種処理部として動作する。表示装置14は、液晶ディスプレイなどを含み、フィッティング従事者などに対して、操作画面などの各種情報を含む画面を表示する。入力装置15は、キーボード、マウスなどを含み、フィッティング従事者などの操作を検出する。つまり、表示装置14および入力装置15は、フィッティング従事者などのユーザーインターフェイスとして機能する。

【0023】

記憶装置12には、補聴器フィッティングプログラム21およびニューラルネットワーク設定データ22が格納されている。また、記憶装置12には、聴力レベルデータ23が格納される。なお、補聴器フィッティングプログラム21および/またはニューラルネットワーク設定データ22は、(a) 図示せぬ可搬性のあるコンピュータ読取可能な記録媒体に格納しておき、そのような記録媒体から読み出され、記憶装置12に格納されるようにしてもよいし、(b) 図示せぬ外部サーバからダウンロードされ記憶装置12に格納されるようにしてもよい。

【0024】

演算処理装置13は、補聴器フィッティングプログラム21を実行することで、入力デ

10

20

30

40

50

ータ生成部 3 1、ニューラルネットワーク演算部 3 2、補聴器パラメータ設定部 3 3、学習処理部 3 4、および制御部 3 5として動作する。

【0025】

図 2 は、図 1 におけるニューラルネットワーク演算部 3 2 で使用される階層型ニューラルネットワークの構成を説明する図である。ニューラルネットワーク設定データ 2 2 は、ニューラルネットワーク演算部 3 2 において使用される階層型ニューラルネットワークの構成を示すデータであって、隠れ層の数、各層内のノードの数、階層型ニューラルネットワーク内のノード間の重み係数（結合係数）、ノードの出力関数の種別などを含む。

【0026】

ニューラルネットワーク設定データ 2 2 における重み係数は、学習済みの重み係数である。この学習は、当該補聴器フィッティング装置 1 内で行われてもよいし、他の装置内で同一構成の階層型ニューラルネットワークを学習し、その学習結果としての重み係数を含むニューラルネットワーク設定データ 2 2 を記憶装置 1 2 に格納するようにしてもよい。

【0027】

例えば、多数の使用者についての聴力検査および補聴器フィッティングの結果として得られる、聴力レベルデータと所定周波数における擬似挿入利得および最大出力音圧レベルとの対を使用して、この階層型ニューラルネットワークの学習が事前に行われる。

【0028】

具体的には、後述の入力データと同様に、聴力レベルデータから得られる聴力入力値 L_h および属性入力値 L_{attr} から入力データ L_{in} が構成され、フィッティングの結果として得られる擬似挿入利得および最大出力音圧レベルを出力データ L_{out} 、つまり教師データとし、その入力データ L_{in} と出力データ L_{out} とで教師あり学習が行われる。

【0029】

また、後述のように、学習に使用する聴力レベルデータには、聴力検査において一部の周波数についての聴力レベルが欠落している聴力レベルデータが含まれていてもよい。

【0030】

なお、階層型ニューラルネットワークが少なくとも 2 層の隠れ層を有する階層型ディープニューラルネットワークである場合には、まず、この入力データを使用して教師なし学習が事前学習として行われ、その後、この入力データおよび出力データの対を使用して教師あり学習が行われる。これにより、学習済みの重み係数が得られる。

【0031】

階層型ニューラルネットワークについての教師なし学習および教師あり学習には、既知の方式を使用することができる。

【0032】

ここで、擬似挿入利得は、擬似耳カプラで測定した挿入利得のことであり、挿入利得は、補聴器を装用したときの鼓膜面での音圧レベルと補聴器を装用していないときの鼓膜面での音圧レベルとの差である。本実施の形態では特に擬似挿入利得について記述するが、所謂、挿入利得においても同様である。ここでは、出力データとしては、所定音圧レベル（例えば、50 dB または 90 dB）の純音入力に対する、擬似挿入利得もしくは最大出力音圧レベル、またはその両方が使用される。

【0033】

一般的に、擬似挿入利得および最大出力音圧レベルが得られる複数の周波数は、例えば、200 Hz、250 Hz、315 Hz、400 Hz、500 Hz、630 Hz、800 Hz、1000 Hz、1250 Hz、1600 Hz、2000 Hz、2500 Hz、3150 Hz、4000 Hz、5000 Hz、6300 Hz、および 8000 Hz の 17 ポイントの周波数とされる。

【0034】

なお、入力データについては、一部の標準測定周波数の聴力レベルがない場合があるが、出力データについては、フィッティング結果からすべての周波数についての擬似挿入利

得および最大出力音圧レベルが得られる。

【 0 0 3 5 】

また、学習時の出力データとして使用される擬似挿入利得および最大出力音圧レベルは、ニューラルネットワーク演算部 3 2 が取扱可能な正規化されたものでもよい。また、ここでは、出力データとして擬似挿入利得および最大出力音圧レベルが使用されるが、補聴器の初期パラメータ自体を出力データとしてもよい。

【 0 0 3 6 】

このように学習を行うことで、ニューラルネットワーク演算部 3 2 によって、補聴器 3 の使用者についての入力データから、補聴器 3 の使用者の擬似挿入利得および最大出力音圧レベルが出力データとして推定されるようになる。推定された擬似挿入利得および最大出力音圧レベルは、補聴器 3 のパラメータ値の設定に使用される。

【 0 0 3 7 】

ここで、標準測定周波数のうちの全部または一部の標準測定周波数が聴力測定に使用される。そのため、聴力レベルデータ 2 3 は、標準測定周波数の一部についての聴力レベルの測定結果を含んでいなくてもよいし、使用者によって、聴力レベルデータ 2 3 に含まれる聴力レベルの測定周波数が異なってもよい（ただし、各測定周波数は、標準測定周波数のいずれかに一致する）。

【 0 0 3 8 】

ここで、聴力レベルデータ 2 3 は、例えば、装用耳（補聴器を装用している側の耳）の気導聴力レベル、装用耳の骨導聴力レベル、および反対側の耳の気導聴力レベルと骨導聴力レベルを測定結果に含む。

【 0 0 3 9 】

また、聴力レベルデータの標準測定周波数としては、例えば、1 2 5 H z、2 5 0 H z、5 0 0 H z、7 5 0 H z、1 0 0 0 H z、1 5 0 0 H z、2 0 0 0 H z、3 0 0 0 H z、4 0 0 0 H z、6 0 0 0 H z、および 8 0 0 0 H z の 1 1 ポイントが設定される。

【 0 0 4 0 】

聴力レベルデータ 2 3 は、データ通信でオーディオメータ 2 から直接的に取得されてもよいし、オーディオメータ 2 において聴力レベルデータ 2 3 を可搬性のある記憶媒体（USB フラッシュドライブ、メモリーカードなど）に格納し、補聴器フィッティング装置 1 においてその記憶媒体から聴力レベルデータ 2 3 を読み出すようにして、間接的に取得されてもよい。さらに、手動で補聴器フィッティング装置 1 の入力装置 1 5 から入力してもよい。

【 0 0 4 1 】

また、入力データ生成部 3 1 は、補聴器 3 の使用者の聴力レベルデータ 2 3 に基づいて、ニューラルネットワーク演算部 3 2 の入力データを生成する。

【 0 0 4 2 】

ここでは、この入力データは、所定の複数の標準測定周波数および複数の聴力レベル座標値に関し、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対のすべてに対する 2 値の聴力入力値 L_h を含む。なお、聴力レベル座標値は、所定の聴力レベル範囲（例えば 0 d B H L ~ 1 2 0 d B H L）を所定幅（例えば 5 d B）で分割した複数の区域における各区域に対応する離散値である。

【 0 0 4 3 】

つまり、標準測定周波数の数を M とし、聴力レベル座標値の数を N とすると、入力データは、聴力レベルデータ 2 3 に基づく、 $(M \times N)$ 個の入力値を含む。

【 0 0 4 4 】

なお、この実施の形態では、入力データは、聴力レベルデータ 2 3 の入力値とともに、使用者の属性データおよび補聴器 3 の属性データの少なくとも一方の所定の数の属性入力値 L_{attr} を含む。なお、属性入力値 L_{attr} は、2 値でもよいし、多値（3 値以上）でもよいが、データなしを示す値を設定可能となっている。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

使用者の属性データとしては、性別、年齢（月齢）などが使用可能である。補聴器 3 の属性データとしては、装用耳についての、耳かけ型、耳あな型（C I C）、耳あな型（I T E）、耳あな型（I T C）、ポケット型などといった補聴器種別、装用耳とは反対の耳についての、装用なし、耳かけ型、耳あな型（C I C）、耳あな型（I T E）、耳あな型（I T C）、ポケット型などといった補聴器種別などが使用可能である。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、図 1 における入力データ生成部 3 1 による聴力レベルデータ 2 3 から入力データ（聴力入力値 L h）への変換について説明する図である。

【 0 0 4 7 】

入力データ生成部 3 1 は、図 3 に示すように、（ a ）聴力レベルデータ 2 3 が示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれかに対応する、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する存在性値（聴力レベルのプロットの存在性を示す値）には、2 値（ここでは 0 と 1）のうちの第 1 の値（ここでは 1）を設定し、（ b ）聴力レベルデータ 2 3 が示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する存在性値には、2 値のうちの、第 1 の値とは異なる第 2 の値（ここでは 0）を設定する。この存在性値が聴力入力値 L h とされる。

【 0 0 4 8 】

つまり、図 3 に示すように、入力データのうちの聴力入力値 L h は、X 軸を標準測定周波数とし Y 軸を聴力レベル座標値とした 2 次元的な、聴力レベルの 2 値画像を示すともいえる。

【 0 0 4 9 】

例えば、入力データ生成部 3 1 は、この X Y 平面における離散的な点における値を特定し、各点について 3 要素のベクトル（X 座標値、Y 座標値、存在性値）を生成する。ここでは、図 3 に示すように、X 座標値および Y 座標値は、1 から開始する整数が使用される。例えば、図 3 においては、標準周波数 1 2 5 H z , 2 5 0 H z , 5 0 0 H z , 1 0 0 0 H z , 2 0 0 0 H z , 4 0 0 0 H z , 8 0 0 0 H z は、昇順に沿って、1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 の X 座標値へ変換され、聴力レベル（聴取閾値）1 2 0 d B , 1 1 5 d B , 1 1 0 d B , . . . , 1 0 d B , 5 d B , 0 d B が、降順に沿って、1 ~ 2 5 の Y 座標値へ変換される。

【 0 0 5 0 】

属性入力値 L a t t r については、入力データ生成部 3 1 は、例えば、フィッティング従事者により入力装置 1 5 に対して入力された値、予め登録されている図示せぬ使用者データなどから、当該使用者の属性入力値 L a t t r を特定する。

【 0 0 5 1 】

ニューラルネットワーク演算部 3 2 は、入力データ L i n に対して階層型ニューラルネットワークで出力データ L o u t を演算する。

【 0 0 5 2 】

この実施の形態では、ニューラルネットワーク演算部 3 2 は、図 2 に示すような、少なくとも 2 層の隠れ層を有する階層型ディープニューラルネットワークで、入力データに対応する出力データを演算する。なお、ニューラルネットワーク演算部 3 2 の階層型ニューラルネットワークとしては、隠れ層が 1 層である階層型ニューラルネットワークより、階層型ディープニューラルネットワークのほうが好ましい。

【 0 0 5 3 】

ニューラルネットワーク演算部 3 2 は、ニューラルネットワーク設定データ 2 2 を読み出し、ニューラルネットワーク設定データ 2 2 に基づいて階層型ニューラルネットワークを形成する。これにより、補聴器フィッティング時には、上述のように既に学習済みの階層型ニューラルネットワークが形成される。

【 0 0 5 4 】

聴力レベルデータ 2 3 が 1 種類（例えば、装用耳の気導聴力レベル）の場合で、上述の属性入力値 L a t t r の数を P とすると、図 2 に示すように、階層型ニューラルネットワ

ークの入力層における $(M \times N + P)$ 個のノードは、 $(M \times N)$ 個の聴力入力値 L_h および P 個の属性入力値 L_{attr} に、所定の順序で割り当てられている。なお、聴力レベルデータ 23 が複数種類（例えば、装用耳の気導聴力レベル、装用耳の骨導聴力レベル、および反対耳の気導聴力レベル）の場合には、階層型ニューラルネットワークの入力層におけるノードは、その複数種類についての聴力入力値 L_h および P 個の属性入力値 L_{attr} に、所定の順序で割り当てられる。

【0055】

補聴器パラメータ設定部 33 は、通信装置 11b を介して、ニューラルネットワーク演算部 32 の出力データに基づいて補聴器 3 のパラメータ値（例えば、各周波数帯域の自動利得制御の設定値など）を設定する。

【0056】

学習処理部 34 は、必要に応じて、補聴器 3 のフィッティング結果に基づいて、ニューラルネットワーク演算部 32 における階層型ニューラルネットワークをさらに学習する。

【0057】

なお、事前に、学習処理部 34 は、予め用意された入力データおよび出力データの対に基づいて、ニューラルネットワーク演算部 32 における階層型ニューラルネットワークを学習し、学習済みの重み係数を生成し、ニューラルネットワーク設定データ 22 に設定するようにしてもよい。

【0058】

制御部 35 は、補聴器フィッティング装置 1 の内部装置（通信装置 11a, 11b、ネットワークインターフェイス 11c、記憶装置 12、表示装置 14、入力装置 15 など）を制御し、各種データの入出力や、フィッティング時の処理フローの制御などを行う。

【0059】

次に、実施の形態 1 に係る補聴器フィッティング装置 1 の動作について説明する。

【0060】

聴力検査の測定結果として聴力レベルデータ 23 が取得された後、入力データ生成部 31 は、上述のようにして、聴力レベルデータ 23 などから入力データ L_{in} を生成する。

【0061】

次に、ニューラルネットワーク演算部 32 は、その入力データ L_{in} に対して、ニューラルネットワーク設定データ 22 に基づく階層型ニューラルネットワークで、出力データ L_{out} を演算する。

【0062】

そして、補聴器パラメータ設定部 33 は、その出力データ L_{out} に基づくパラメータ値を初期パラメータ値として補聴器 3 に設定する。

【0063】

その後、フィッティング従事者は、使用者が補聴器 3 を装用した状態で聴力検査などを含めた聴こえの確認を行い、必要に応じて、入力装置 15 を操作して手動にてパラメータ値を調整し、補聴器パラメータ設定部 33 は、調整後のパラメータ値を補聴器 3 に設定する。

【0064】

このようにしてフィッティングが行われる。フィッティングの完了後に、学習処理部 34 は、フィッティング結果で得られる入力データおよび出力データの対を使用して、ニューラルネットワーク演算部 32 における階層型ニューラルネットワークの教師あり学習を追加的に行ってもよい。

【0065】

以上のように、上記実施の形態 1 によれば、ニューラルネットワーク演算部 32 は、入力データに対して階層型ニューラルネットワークで出力データを演算する。入力データ生成部 31 は、補聴器 3 の使用者の聴力レベルデータ 23 に基づいてその入力データを生成する。補聴器パラメータ設定部 33 は、その出力データに基づいて補聴器 3 のパラメータ値を設定する。聴力レベルデータ 23 は、聴力測定に使用された測定周波数とその測定周

10

20

30

40

50

波数における聴力レベルとの対を示す。入力データは、所定の複数の標準測定周波数、および所定の聴力レベル範囲を所定幅で分割した複数の区域に対応する離散値である複数の聴力レベル座標値に関し、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対のすべてに対する2値の入力値を含む。そして、入力データ生成部31は、(a)聴力レベルデータ23が示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれかに対応する、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの第1の値を設定し、(b)聴力レベルデータ23が示す測定周波数と聴力レベルとの対のいずれにも対応しない、標準測定周波数と聴力レベル座標値との対に対する入力値には、2値のうちの、第1の値とは異なる第2の値を設定する。

【0066】

これにより、聴力測定結果が一部の周波数で欠落している場合でも、階層型ニューラルネットワークの入力データが得られ、適切に補聴器3のパラメータ値が設定できる。

【0067】

また、聴力測定結果が一部の周波数で欠落している場合でも、そのような聴力測定結果を、階層型ニューラルネットワークの学習に使用できるため、学習用のデータを多く収集しやすく、階層型ニューラルネットワークを効率よく学習することができる。

【0068】

実施例.

【0069】

ここで、上述の実施の形態1に係る補聴器フィッティングの実施例について説明する。

【0070】

まず、補聴器フィッティング結果の全データ19920件を、学習に用いる学習データ18260件と、検証に用いるテストデータ1660件とにランダムに振り分けた。

【0071】

階層型ニューラルネットワークとして、隠れ層が2層である階層型ディープニューラルネットワークを使用し、入力層側の隠れ層のノード数を300とし、出力層側の隠れ層のノード数を100とした。

【0072】

事前学習(教師なし学習)には、雑音除去自己符号化器(Denoising Autoencoder)を使用し、本学習(教師あり学習)には、誤差逆伝播法を使用した。また、中間層および出力層での活性化関数にはシグモイド関数を使用した。

【0073】

テストデータで当該実施例による推定値と実際の補聴器フィッティング結果とを比較し、学習済み重み係数を評価した。

【0074】

図4は、実施の形態1に係る補聴器フィッティングの実施例による擬似挿入利得の推定値とテストデータでの擬似挿入利得との差分の平均値および最大出力音圧レベルの差分の平均値を示すとともに、従来手法のフィッティング処方式による推定値とテストデータでの擬似挿入利得との差分の平均値および最大出力音圧レベルの差分の平均値を示す図である。

【0075】

図4(A)は、50dB純音入力についての擬似挿入利得の差分を示しており、図4(B)は、90dB純音入力についての擬似挿入利得の差分を示しており、図4(C)は、最大出力音圧レベルの差分を示している。

【0076】

図4に示すように、実施の形態1に係る補聴器フィッティングの実施例では、従来手法のフィッティング処方式に比べ、良好な擬似挿入利得および最大出力音圧レベルが得られている。したがって、良好な初期パラメータ値を補聴器に設定することができ、フィッティング従事者による調整作業の負担を軽減することができる。

【0077】

10

20

30

40

50

実施の形態 2 .

【 0 0 7 8 】

実施の形態 2 では、上述のようなニューラルネットワーク演算部が、サーバに配置される。

【 0 0 7 9 】

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る補聴器フィッティングサーバの構成を示すブロック図である。図 5 に示す補聴器フィッティングサーバ 5 1 は、コンピュータを内蔵するサーバマシンであって、例えばインターネットに接続されている。この補聴器フィッティングサーバ 5 1 は、ネットワークインターフェイス 6 1、記憶装置 6 2、および演算処理装置 6 3 を備える。

10

【 0 0 8 0 】

ネットワークインターフェイス 6 1 は、インターネットなどの広域ネットワークを介して 1 または複数の補聴器フィッティング装置 1 とデータ通信を行う。

【 0 0 8 1 】

記憶装置 6 2 は、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブなどの不揮発性の記憶装置であって、プログラムやデータの格納に使用される。演算処理装置 6 3 は、CPU、RAM、ROMなどを有するコンピュータを含み、プログラムをRAMにロードしCPUで実行して、各種処理部として動作する。

【 0 0 8 2 】

記憶装置 6 2 には、ニューラルネットワーク設定データ 2 2 と同様のニューラルネットワーク設定データ 7 1 が格納されている。演算処理装置 6 3 は、所定のプログラムを実行することで、通信処理部 8 1、ニューラルネットワーク演算部 8 2、および学習処理部 8 3 として動作する。

20

【 0 0 8 3 】

通信処理部 8 1 は、ネットワークインターフェイス 6 1 を使用して、補聴器フィッティング装置 1 から、ニューラルネットワーク演算部 8 2 の入力データを受信するとともに、その補聴器フィッティング装置 1 へ、ニューラルネットワーク演算部 8 2 の出力データを送信する。

【 0 0 8 4 】

ニューラルネットワーク演算部 8 2 は、実施の形態 1 におけるニューラルネットワーク演算部 3 2 と同様のものである。

30

【 0 0 8 5 】

学習処理部 8 3 は、学習処理部 3 4 と同様に、ニューラルネットワーク演算部 8 2 における階層型ニューラルネットワークを学習する。

【 0 0 8 6 】

例えば、実施の形態 2 において、ネットワークに接続された複数（多数）の補聴器フィッティング装置 1 を設け、学習処理部 8 3 は、それらの補聴器フィッティング装置 1 での、補聴器 3 のフィッティング結果（使用者についての入力データおよびフィッティング後の出力データの対）を、ネットワークを介して取得し、取得したフィッティング結果に基づいて、ニューラルネットワーク演算部 8 2 における階層型ニューラルネットワークを学習するようにしてもよい。これにより、学習に使用可能な多数の聴力検査・補聴器フィッティングのデータ（つまり、入力データと出力データとの対）が取得できるとともに、それらの補聴器フィッティング装置 1 に対して、一定の正確さで良好な出力データを提供することができる。

40

【 0 0 8 7 】

なお、この実施の形態 2 では、補聴器フィッティング装置 1 では、補聴器フィッティングプログラム 2 1 およびニューラルネットワーク演算部 3 2 は特に必要ない。ただし、補聴器フィッティング装置 1 の入力データ生成部 3 1 は、生成した入力データをネットワークインターフェイス 1 1 c で補聴器フィッティングサーバ 5 1 へ送信し、補聴器パラメータ設定部 3 3 は、補聴器フィッティングサーバ 5 1 から送信されてくる出力データを受信

50

する。補聴器フィッティング装置 1 におけるその他の構成および動作については実施の形態 1 のものと同様であるので、その説明を省略する。

【0088】

次に、実施の形態 2 に係る補聴器フィッティングサーバ 5 1 の動作について説明する。

【0089】

実施の形態 2 の補聴器フィッティング装置 1 は、聴力レベルデータ 2 3 を取得すると、入力データ生成部 3 1 で入力データを生成し、ネットワークインターフェイス 1 1 c で入力データを補聴器フィッティングサーバ 5 1 へ送信する。

【0090】

補聴器フィッティングサーバ 5 1 では、通信処理部 8 1 が、ネットワークインターフェイス 6 1 を使用して、その入力データを受信すると、ニューラルネットワーク演算部 8 2 は、その入力データから出力データを演算する。そして、通信処理部 8 1 が、ネットワークインターフェイス 6 1 を使用して、その出力データを、補聴器フィッティング装置 1 へ送信する。

【0091】

実施の形態 2 の補聴器フィッティング装置 1 は、その出力データをネットワークインターフェイス 1 1 c で受信し、補聴器パラメータ設定部 3 3 は、受信された出力データに基づいてパラメータ値を補聴器 3 に設定する。

【0092】

なお、その後、フィッティング作業については実施の形態 1 の場合と同様であるので、その説明を省略する。

【0093】

以上のように、上記実施の形態 2 によれば、補聴器フィッティングサーバ 5 1 で、ネットワークに接続された補聴器フィッティング装置 1 へ、使用者の補聴器 3 に適したパラメータ値が提供される。

【0094】

なお、上述の実施の形態に対する様々な変更および修正については、当業者には明らかである。そのような変更および修正は、その主題の趣旨および範囲から離れることなく、かつ、意図された利点を弱めることなく行われてもよい。つまり、そのような変更および修正が請求の範囲に含まれることを意図している。

【0095】

例えば、上記実施の形態 1, 2 では、ニューラルネットワーク演算部 3 2, 8 2 では、階層型ディープニューラルネットワークが使用されているが、隠れ層が 1 層である階層型ニューラルネットワークを使用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0096】

本発明は、例えば、補聴器のフィッティングに適用可能である。

【符号の説明】

【0097】

- 1 補聴器フィッティング装置
- 2 1 補聴器フィッティングプログラム
- 3 1 入力データ生成部
- 3 2, 8 2 ニューラルネットワーク演算部
- 3 3 補聴器パラメータ設定部
- 3 4 学習処理部
- 5 1 補聴器フィッティングサーバ
- 8 1 通信処理部

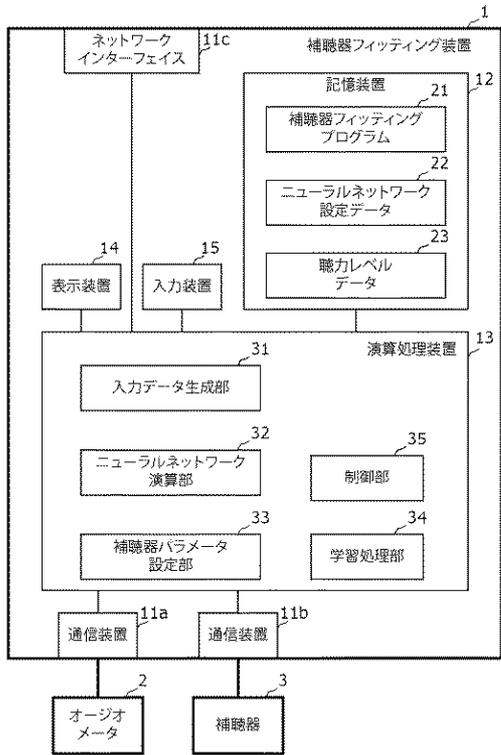
10

20

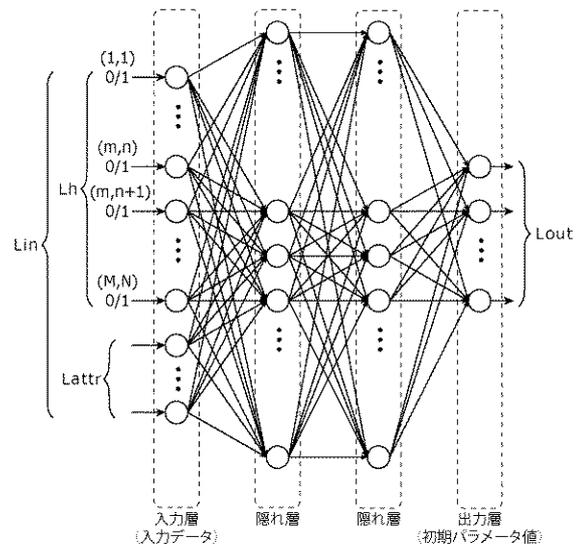
30

40

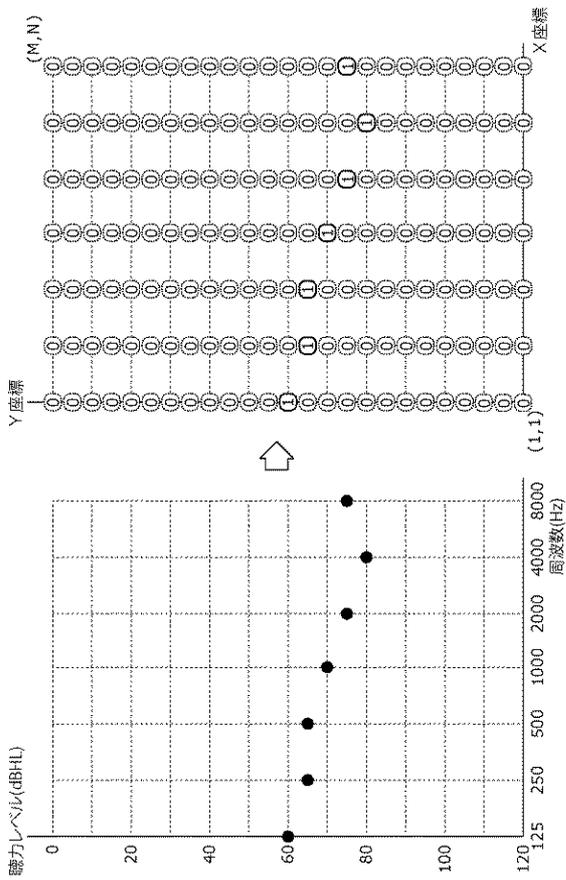
【図1】



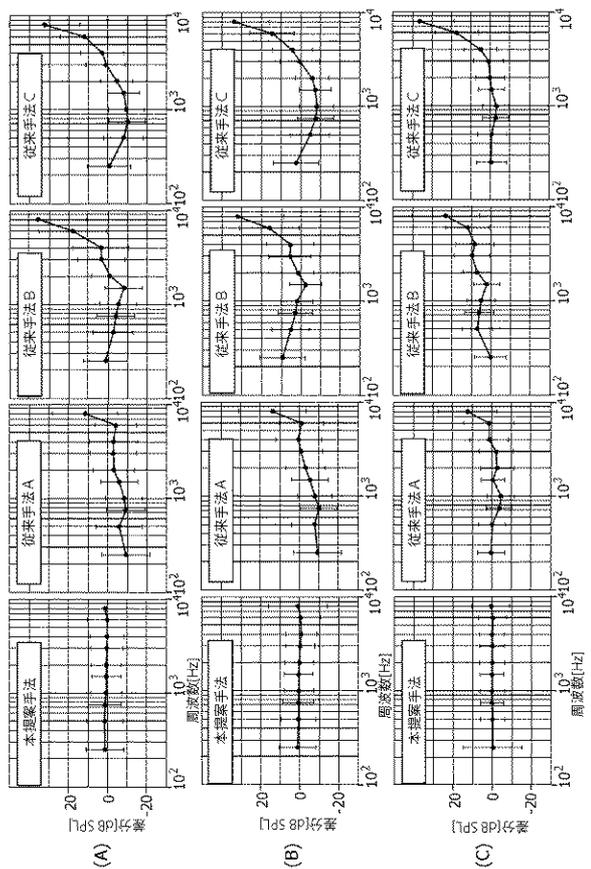
【図2】



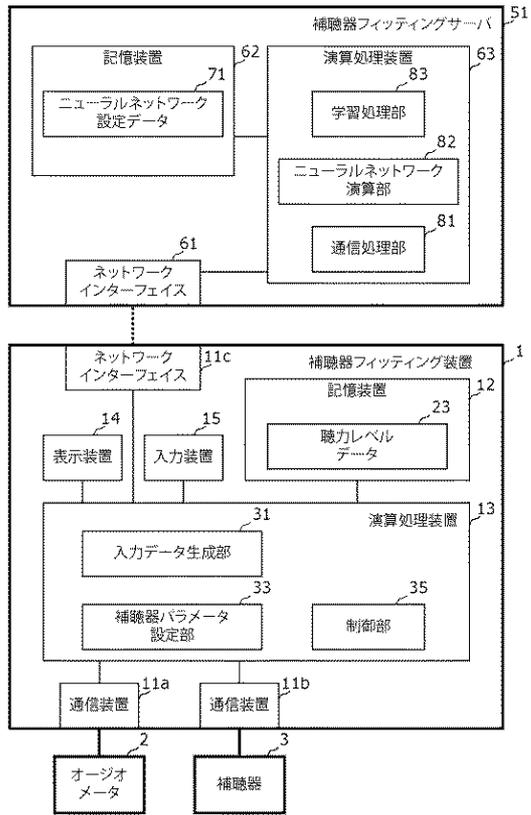
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 渡邊 正宏

(56)参考文献 特表2001-520412(JP,A)
特開2002-369292(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	5 / 0 0 - 5 / 0 1
A 6 1 B	5 / 0 4 - 5 / 0 5
A 6 1 G	5 / 0 6 - 5 / 2 2
G 0 6 N	3 / 0 0 - 3 / 1 2
G 0 6 N	7 / 0 8
G 0 6 N	9 9 / 0 0
H 0 4 R	2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4