

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 695 107 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.1996 Patentblatt 1996/05

(51) Int Cl.⁶: **H04R 25/00**

(21) Anmeldenummer: **95106023.5**

(22) Anmeldetag: **21.04.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT SE

(72) Erfinder: **Geers, Wolfgang**
D-44229 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **29.07.1994 DE 4427044**

(74) Vertreter:
Finsterwald, Manfred, Dipl.-Ing.,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. et al
D-80538 München (DE)

(71) Anmelder:
HÖRGERÄTE GEERS GmbH & CO. KG
D-44013 Dortmund (DE)

(54) **Verfahren zur Optimierung der Anpassung von Hörgeräten**

(57) Verfahren zur Optimierung der Anpassung von Hörgeräten, bei dem die Hörgeräteeinstellung in Abhängigkeit von audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs vorgenommen wird, bei dem bevorzugte Hörsituationen entsprechenden natürlichen Klangbildern mit

bekanntem oder bestimmbareren Signalcharakteristika zugeordnet werden, woraufhin Hörgeräteparameter in Abhängigkeit von den Signalcharakteristika der zugeordneten Klangbilder und den audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs eingestellt werden.

EP 0 695 107 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung der Anpassung von Hörgeräten, bei dem die Hörgeräteeinstellung in Abhängigkeit von audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs vorgenommen wird.

Es ist bekannt, daß es für den Versorgungserfolg von Hörgeräteträgern von entscheidender Bedeutung ist, daß zum einen das den individuellen Gegebenheiten bestmöglich Rechnung tragende Hörgerät ausgewählt und zum anderen das jeweilige Gerät hinsichtlich der erforderlichen Übertragung im Frequenz- und Schallpegelbereich bestmöglich eingestellt wird, um so der Art und dem Grad des jeweiligen Hörverlustes Rechnung tragen zu können.

Bei diesen bekannten Verfahren werden zur Ermittlung der audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs bzw. zur Bestimmung und Beschreibung der vorliegenden Hörschädigung künstlich erzeugte Signale, wie z.B. Sinustöne, verwendet. Die Einstellung der Hörgeräteparameter erfolgt dabei in der Weise, daß durch den Einsatz des Hörgerätes in erster Linie eine Verbesserung der Sprachkommunikation erreicht wird. Demzufolge werden anschließend für die Ermittlung des Anpaßerfolges Sprachverständlichkeitsmessungen eingesetzt.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die individuelle Anpassung von Hörgeräten verbessert und deren Akzeptanz erhöht wird, wobei die akustische Wahrnehmung von Sprachsignalen in natürlicher Sprachumgebung sowie von alltäglichen Umgebungsgeräuschen verbessert werden soll. Insbesondere sollen solche Hörsituationen berücksichtigbar sein, die für den Patienten besonders relevant sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß bevorzugte Hörsituationen entsprechenden natürlichen Klangbildern mit bekannten oder bestimmbar Signalcharakteristika zugeordnet werden, woraufhin Hörgeräteparameter in Abhängigkeit von den Signalcharakteristika der zugeordneten Klangbilder und den audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs eingestellt werden.

Beim erfindungsgemäßen, natürliche Klangbilder verwendenden Anpaßverfahren können demzufolge spezielle Problemhör-situationen eines Patienten individuell berücksichtigt werden, da der Patient bestimmte, ihm Probleme bereitende Hörsituationen angibt, auf deren Basis dann die Anpassung erfolgt.

Erfindungsgemäß wird demzufolge nicht wie bei bisher bekannten Verfahren auf die Optimierung der Sprachkommunikation in ungestörter und somit auch unnatürlicher Umgebung abgezielt, sondern es wird zum einen die Sprachkommunikation in einer natürlichen, verschiedene Hintergrundgeräusche aufweisenden Umgebung verbessert und zum anderen auch das Erkennen von anderen, nicht die sprachliche Kommunikation betreffenden Hörsituationen gefördert.

Bei dem erfindungsgemäßen Anpaßverfahren werden als Klangbilder bevorzugt jeweils Repräsentanten von Klangbildgruppen verwendet, in denen jeweils eine Anzahl von einer Hörsituation zugehörigen Klangbildern enthalten ist. Dabei können die Signalcharakteristika des jeweiligen Repräsentanten einer Klangbildgruppe im wesentlichen dem statistischen Mittel der Signalcharakteristika der in der jeweiligen Klangbildgruppe enthaltenen Klangbilder entsprechen.

Die einzelnen, zu Klangbildgruppen zusammenzufassenden Klangbilder werden vor Durchführung des eigentlichen Anpaßverfahrens nach inhaltlichen und signalanalytischen Gesichtspunkten, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Befragungsergebnissen ausgewählt, wobei repräsentativ all diejenigen Hörsituationen einbezogen werden sollen, die für den Alltag von Hörgeräteträgern typisch sind.

Die ausgewählten Klangbilder werden dann signalanalytisch untersucht und zu Klangbildgruppen zusammengefaßt, wobei in einer Klangbildgruppe jeweils solche Klangbilder enthalten sind, die ähnliche bzw. miteinander vergleichbare Wirkungen auf die Empfindung der Hörgeräteübertragung aufweisen und inhaltlich verwandt sind.

Untersuchungen haben gezeigt, daß es von Vorteil ist, zumindest je eine Klangbildgruppe für die Hörumgebungen Wohnbereich, Freizeit und Kultur, Verkehr, Arbeit, Natur, Sprecher in ungestörter Umgebung und/oder Sprecher in gestörter Umgebung vorzusehen.

Bei der Auswahl der zu Klangbildgruppen zusammenzufassenden Klangbilder wird bevorzugt besonderen Wert auf die sprachliche Kommunikation gelegt, wobei insbesondere solche Sprachproben als Klangbilder zu verwenden sind, die alltäglichen Situationen entsprechen, d.h. die nicht nur ein reines Sprachsignal, sondern auch störende Hintergrundgeräusche beinhalten. Als Sprachumgebungen bieten sich hierfür beispielsweise folgende Hörsituationen an:

Partygespräch, Atmosphäre beim Volksfest, Fernsehen ohne Hintergrundgeräusch, Morgenatmosphäre, Unterhaltung an der Straße, Unterhaltung im Auto, Bahnhofsdurchsage, Vortrag, Atmosphäre im Geschäft, Unterhaltung in der Wohnung, Geräusche im Kindergarten, etc..

Bei Klangbildgruppen, deren Klangbilder thematisch unterteilbar bzw. nach bestimmten Geräuschen zu ordnen sind, kann eine Bildung von der jeweiligen Klangbildgruppe zugeordneten Untergruppen sinnvoll sein. Der Patient hat dann die Möglichkeit, nicht nur die für ihn jeweils relevanten Klangbildgruppen, sondern auch entsprechende Untergruppen auszuwählen.

Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Anpaßverfahrens kann - um den zu betreibenden Zeitaufwand möglichst gering zu halten - jeweils auf einzelne Repräsentanten der relevanten Klangbildgruppen zurückgegriffen und damit eine separate Berücksichtigung aller zu einer Klangbildgruppe zusammengefaßten Einzelklangbilder vermieden werden. Da die eine Klangbild-

gruppe bildenden Klangbilder bzw. Hörsituationen jeweils als gleich verhaltend gegenüber der Beeinflussung durch ein Hörgerät betrachtet werden können, ist es möglich, durch die ausschließliche Berücksichtigung jeweils eines Repräsentanten einer Klangbildgruppe implizit auch die anderen, in der jeweiligen Klangbildgruppe enthaltenen Klangbilder zu berücksichtigen.

Als die Klangbilder beschreibende Signalcharakteristika können der Gesamtlautheitspegel, das Mittelwertspektrum, das Leistungsspektrum, das Maximalwertspektrum, die spektrale Amplitudenhäufigkeit, die Häufigkeitsverteilung der Hüllkurvenanstiege, die Signalauspausenlängen und/oder Kurzzeitspektren herangezogen werden.

Im Vorfeld der eigentlichen Anpaßverfahren kann eine für sämtliche durchzuführenden Anpaßverfahren maßgebliche Befragung von Testpersonen stattfinden, in der für verschiedene Klangbilder unterschiedliche, am Hörgerät eingestellte Übertragungsparameter beurteilt werden. Ein solcher Übertragungsparameter kann beispielsweise die frequenzabhängige Verstärkung sein. Aus den durch eine solche Befragung ermittelbaren optimalen Übertragungswerten können dann beispielsweise mittels einer Regressionsanalyse für jede Hörsituation bzw. für jedes für eine Klangbildgruppe repräsentatives Klangbild bestimmte Verstärkungs-Einstellwerte berechnet werden.

Für die Hörgeräteverstärkung erfolgt die Ermittlung frequenzabhängig bevorzugt unter Verwendung der Formel $v = a \cdot HV^b$, wobei a , b Regressionskoeffizienten, v die Verstärkung und HV der Hörverlust bei der entsprechenden Frequenz ist. Die Regressionskoeffizienten a , b werden dabei mittels der bereits erwähnten Regressionsanalyse aus den in der mit den Testpersonen durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Wertepaaren Hörverlust HV und Verstärkung v bestimmt.

Die auf diese Weise berechenbaren Voreinstellwerte für die Hörgeräteübertragung können bei der Hörgeräteanpassung als Startwerte dienen, auf deren Grundlage dann eine Feinanpassung eines Hörgerätes an den individuellen Hörschaden erfolgen kann.

Diese Voreinstellung kann demzufolge alleine aufgrund der bekannten audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs bzw. des Hörverlusts und den bevorzugten Hörsituationen des entsprechenden Patienten vorgenommen werden, da durch die erwähnte Befragung von Testpersonen für jedes Klangbild bzw. für jeden Repräsentanten einer Klangbildgruppe die Regressionskoeffizienten a , b bekannt sind. Somit läßt sich die Voreinstellung eines Hörgerätes mit dem erfindungsgemäßen Verfahren schnell und mit geringem Aufwand durchführen.

Bevorzugt erfolgt im Anschluß an das vorstehend beschriebene Verfahren zur Voreinstellung der Hörgeräteparameter eine Feineinstellung. Auch diese Feineinstellung kann auf der Grundlage der den bevorzugten Hörsituationen entsprechenden Klangbilder bzw. den entsprechenden Repräsentanten einer Klangbildgruppe

erfolgen.

Bei der Feinanpassung erfolgt bevorzugt eine akustische Simulation der Klangbilder bzw. der Repräsentanten einer Klangbildgruppe, wobei durch eine Bewertung des Höreindrucks eine iterative Optimierung der voreingestellten Hörgeräteparameter vorgenommen wird.

Da auf diese Weise sowohl für die Voreinstellung als auch für die Feinanpassung gleichartige Signale verwendet werden, wird eine sich auf den Patienten positiv auswirkende Harmonisierung des Anpaßvorganges erreicht.

Die letztendlich gefundene Einstellung der Hörgeräteparameter kann durch die akustische Simulation weiterer Klangbilder kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert werden.

Hierfür können zu einer Klangbildgruppe zusammenfassende Kontrollsignale verwendet werden, wobei die in dieser Klangbildgruppe enthaltenen Klangbilder dazu dienen können, eine gefundene Einstellung eines Hörgerätes anhand von insbesondere extremen Hörsituationen zu überprüfen. Als Klangbilder der Gruppe Kontrollsignale könnten beispielsweise Geräusche verwendet werden, die von einer Türklingel, vom Klappern von Geschirr, von einer Fahrradklingel, von einer Telefonklingel, von einer Hobelbank oder von einer Atmosphäre am See herrühren.

Diese Klangbildgruppe muß nicht unbedingt in das eigentliche Anpaßverfahren einbezogen werden, sondern dient beispielsweise nur dazu, festzustellen, ob die entsprechenden Klangbilder, insbesondere diejenigen mit hohem Schallpegel, bei der letztendlich gefundenen Einstellung nicht als zu laut empfunden werden.

Ebenso kann eine Korrektur bzw. eine Kontrolle der eingestellten Hörgeräteparameter dadurch erfolgen, daß die Verbesserung des Sprachverständnisses überprüft wird. Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn Sprachsignale unter unterschiedlichen akustischen Bedingungen dargeboten werden.

Die vorstehend beschriebenen Verfahren zur Feinanpassung bzw. zur Kontrolle oder Korrektur der eingestellten Hörgeräteparameter eignen sich auch zur Durchführung einer Nachkontrolle bzw. einer Nachversorgung, nachdem das erfindungsgemäß angepaßte Hörgerät einige Zeit im Gebrauch war.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung der Anpassung von Hörgeräten, bei dem die Hörgeräteeinstellung in Abhängigkeit von audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs vorgenommen wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß bevorzugte Hörsituationen entsprechenden natürlichen Klangbildern mit bekannten oder bestimmaren Signalcharakteristika zugeordnet werden, woraufhin Hörgeräteparameter in Abhän-

gigkeit von den Signalcharakteristika der zugeordneten Klangbilder und den audiologischen Kenndaten des geschädigten Gehörs eingestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Klangbilder alltägliche Hörsituationen verwendet werden und/oder daß als Klangbilder jeweils Repräsentanten von Klangbildgruppen verwendet werden, in denen jeweils eine Anzahl von einer Hörsituation zugehörigen Klangbildern enthalten ist, wobei die Signalcharakteristika des Repräsentanten einer jeden Klangbildgruppe im wesentlichen dem statistischen Mittel der Signalcharakteristika der in der jeweiligen Klangbildgruppe enthaltenen Klangbilder entsprechen, wobei insbesondere zumindest je eine Klangbildgruppe für die Hörumgebungen Wohnbereich, Freizeit und Kultur, Verkehr, Arbeit, Natur, Sprecher in ungestörter Umgebung und/oder Sprecher in gestörter Umgebung vorgesehen wird und/oder die einzelnen Klangbildgruppen jeweils in thematische Untergruppen unterteilt werden, wobei die bevorzugten Hörsituationen Klangbildern aus diesen Untergruppen zugeordnet werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Signalcharakteristika der Klangbilder der Gesamtlautheitspegel, das Mittelwertspektrum, das Leistungsspektrum, das Maximalwertspektrum, die spektrale Amplitudenhäufigkeit, die Häufigkeitsverteilung der Hüllkurvenanstiege, die Signalpaulenlängen und/oder Kurzzeitspektren ermittelt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß für jedes Klangbild bzw. jede Klangbildgruppe und ggf. Untergruppe die am Hörgerät einzustellenden Übertragungswerte unter Berücksichtigung audiologischer Kenndaten mit einer entsprechenden funktionalen Beziehung ermittelt werden, wobei insbesondere die funktionale Beziehung aus den in einer mit Testpersonen durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Werten bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß für jedes Klangbild bzw. für jede Klangbildgruppe und ggf. Untergruppe frequenzabhängig die am Hörgerät einzustellenden Verstärkungswerte unter Berücksichtigung der zugehörigen Hörverluste insbesondere mittels der Formel $v = a * HV^b$ ermittelt werden, wobei a, b Regressionskoeffizienten, v die Verstärkung und HV der Hörverlust bei der entsprechenden Frequenz ist, wobei insbesondere die Regressionskoeffizienten a, b mittels einer Regressionsanalyse aus den in einer mit Testpersonen durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Wertepaaren Hörverlust HV und Verstärkung v bestimmt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Anschluß an ein der Voreinstellung der Hörgeräteparameter dienendes Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 eine Feineinstellung auf der Grundlage der den bevorzugten Hörsituationen entsprechenden Klangbilder erfolgt, wobei insbesondere zur Feineinstellung eine akustische Simulation der Klangbilder erfolgt, bei der durch eine Bewertung des Höreindrucks eine iterative Optimierung der voreingestellten Hörgeräteparameter vorgenommen wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die gewählte Einstellung der Hörgeräteparameter durch die akustische Simulation ausgewählt, insbesondere Extremsituationen repräsentierender Klangbilder überprüft und gegebenenfalls korrigiert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die gewählte Einstellung der Hörgeräteparameter durch Überprüfung der Verbesserung des Sprachverständnisses kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert wird, wobei insbesondere das Sprachverständnis durch die Darbietung von Sprachsignalen unter unterschiedlichen akustischen Bedingungen kontrolliert wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Nachkontrolle bzw. eine Nachversorgung nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15 vorgenommen wird.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 6023

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 503 536 (HÖRGERÄTE GEERS GMBH & CO. KG) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 10 * * Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 3 * * Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 21 * ---	1-3,6	H04R25/00
A	EP-A-0 535 425 (ASCOM AUDIOSYS AG) * Seite 3, Zeile 3 - Zeile 44 * ---	5	
A	US-A-3 906 158 (LAKE JAMES DOUGLAS) * Spalte 4, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 10 * ---	8	
A	FR-A-2 664 494 (BISMUTH ANDRE) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1	
A	WO-A-87 07464 (VOROBA TECHNOLOGIES ASSOCIATES) * Seite 4, Zeile 17 - Seite 7, Zeile 22 * ---	1	
A	WO-A-85 00509 (WESTRA ELECTRONIC GMBH) * Seite 5, Zeile 16 - Seite 9, Zeile 28 * ---	1	
A	WO-A-90 09760 (ENSONIQ CORPORATION) * Seite 3, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 6 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H04R A61B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26.Oktober 1995	Prüfer Gastaldi, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)