



**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**07.09.94 Patentblatt 94/36**

Int. Cl.<sup>5</sup> : **G10L 3/02**

Anmeldenummer : **90113320.7**

Anmeldetag : **12.07.90**

**Verfahren und Anordnung zur Störfreiung von Sprachsignalen.**

Priorität : **02.08.89 DE 3925589**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**06.02.91 Patentblatt 91/06**

Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**07.09.94 Patentblatt 94/36**

Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT SE**

Entgegenhaltungen :  
**US-A- 4 723 294**  
**NACHRICHTENTECHNIK ELEKTRONIK**, Band  
39, Nr. 2, 1989, Seiten 48-51, Berlin, DE; K.  
KROSCHER: "Signalverarbeitungsverfahren  
zur Geräuschreduktion bei Spracherken-  
nungssystemen"  
**ICASSP'82, IEEE INTERNATIONAL CONFE-**  
**RENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SI-**  
**GNAL PROCESSING**, Paris, 3. - 5. Mai 1982,  
Band 3, Seiten 1444-1447, IEEE, New York, US;  
R. CERUTI et al.: "Application of echo-  
cancelling techniques to audioconference"

Entgegenhaltungen :  
**ICASSP'87, 1987 INTERNATIONAL CONFE-**  
**RENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SI-**  
**GNAL PROCESSING**, Dallas, Texas, 6. - 9.  
April 1987, Band 1, Seiten 173-176, IEEE, New  
York, US; G.A. POWELL et al.: "Practical adap-  
tive noise reduction in the aircraft cockpit  
environment"  
**36TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CON-**  
**FERENCE**, Dallas, Texas, 20. - 22. Mai 1986,  
Seiten 72-76, IEEE, New York, US; R.A. GOU-  
BRAN et al.: "Background acoustic noise re-  
duction in mobile telephony"  
**NAECON 1985 - PROCEEDINGS OF THE IEEE**  
**NATIONAL AEROSPACE AND ELECTRONICS**  
**CONFERENCE**, Dayton, 20.- 24. Mai 1985,  
Band 2, Seiten 1564-1569, IEEE, New York, US;  
P.J. GRECO: "Improving intelligibility in audio  
distribution systems"

Patentinhaber : **Blaupunkt-Werke GmbH**  
**Postfach 77 77 77,**  
**Robert-Bosch-Strasse 200**  
**D-31132 Hildesheim (DE)**

Erfinder : **Kässer, Jürgen, Dr.**  
**Ahornweg 5**  
**D-3201 Diekhofen (DE)**

Vertreter : **Eilers, Norbert, Dipl.-Phys.**  
**Blaupunkt-Werke GmbH**  
**Patente und Lizenzen**  
**Postfach 77 77 77**  
**D-31132 Hildesheim (DE)**

**EP 0 411 360 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren nach der Gattung des Hauptanspruchs und umfaßt ferner eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zur Erkennung von Sprache sind verschiedene Verfahren bekannt, bei denen jedoch die Erkennungssicherheit durch Hintergrundgeräusche beeinträchtigt wird. Derartige störende Schallereignisse treten beispielsweise in einem fahrenden Kraftfahrzeug auf, in welchem auch das Autoradio eingeschaltet ist.

Aus dem vorveröffentlichten Bericht über die "36 TH IEE Vehicular Technology Conference" ist ein Verfahren zur Minderung der Störung einer Telefonverbindung durch Außengeräusche des Fahrzeuges bekannt. Nach diesem Verfahren werden die Außengeräusche mit einem außerhalb des Fahrgastraumes angebrachten Mikrofon aufgenommen und dessen Signale mit dem Mikrofonsignal des Telefonhandapparates zur Geräuschminderung verknüpft. Zur Minderung der Störung eines Telefonates durch einen Autoradiolautsprecher im Fahrzeug ist es außerdem aus EP 56 587 bekannt, den Schallpegel des Lautsprechers bei der Herstellung einer Telefongesprächsverbindung abzusenken.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein anderes Gebiet der Erkennung der Sprachsignale, nämlich von Sprachbefehlen in einem Kraftfahrzeug. Hier steht die eindeutige Zuordnung eines Befehlswortes des Fahrers oder Beifahrers im Vordergrund. Daher befriedigt eine Absenkung des Schallpegels von Fahrzeuglautsprechern nicht. Auch bei abgesenktem Pegel können in der Sendung Worte auftreten, die - wenn auch unerwünscht - als Befehls Worte wirken könnten.

Diese Gefahr läßt sich durch die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe wesentlich verringern, die durch die Merkmale des Hauptanspruchs gekennzeichnet ist.

Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlichen Anordnungen können mit Mitteln der modernen Halbleitertechnik in einfacher Weise realisiert werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Erfindung und vorteilhafte Anordnungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung in einem Kraftfahrzeug und

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 sind von einem Kraftfahrzeug lediglich je ein Teil des Fahrgastraums 1 und des Motorraums 2 dargestellt. Ein Mikrofon 3 ist im Fahrgastraum, beispielsweise oberhalb der Windschutzscheibe, angeordnet und nimmt Sprache, Fahrgeräusche und Schall von einem Autoradio 5 auf, der von einem Lautsprecher 4 abgestrahlt wird. Das vom Mikrofon 3 abgegebene Summensignal  $\Sigma(t)$  wird einer Anordnung 6 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zugeführt, an deren Ausgang 7 das weitgehend von Störungen befreite Sprachsignal  $D_2(t)$  abnehmbar ist.

Ein weiteres Mikrofon 8 ist im Motorraum 2 angeordnet, nimmt Fahrgeräusche auf und leitet diese als Signal  $F(t)$  an die Anordnung 6 weiter. Schließlich wird das dem Lautsprecher 4 zugeführte Audiosignal als Signal  $A(t)$  ebenfalls der Anordnung 6 zugeleitet. Falls keine monaurale Wiedergabe beim Autoradio vorgesehen ist, können mehrere Audiosignale  $A(t)$  abgenommen und der Anordnung 6 zugeführt werden.

Bei den folgenden Betrachtungen werden die jeweiligen akustischen und elektrischen Signale gleichgesetzt. Das infolge der Schallabstrahlung des Lautsprechers 4 vom Mikrofon 3 aufgenommene Signal unterscheidet sich vom Signal  $A(t)$  durch eine zunächst unbekannte Übertragungsfunktion. Das auf das Mikrofon 3 einwirkende vom Lautsprecher 4 stammende Signal wird daher als  $A_1(t)$  bezeichnet. In ähnlicher Weise unterscheidet sich das vom Mikrofon 3 aufgenommene Fahrgeräusch  $F_1(t)$  von dem durch das Mikrofon 8 aufgenommenen Fahrgeräusch  $F(t)$ . Das Summensignal ergibt sich somit zu  $\Sigma(t) = S(t) + F_1(t) + A_1(t)$ .

Die Anteile des Summensignals  $F_1(t)$  und  $A_1(t)$  sind  $A_1(t) = H_A \times A(t)$  und  $F_1(t) = H_F \times F(t)$ , wobei  $H_A$  und  $H_F$  die entsprechenden Übertragungsfunktionen sind und  $\times$  eine Faltung bedeutet.

Um die Anteile  $F_1(t)$  und  $A_1(t)$  aus dem Summensignal zu entfernen, ist eine Kenntnis der zunächst unbekannten Funktionen  $H_F$  und  $H_A$  erforderlich. Hierzu dienen adaptive Filter, die in der Anordnung nach Fig. 2 vorgesehen sind. Die Signale  $\Sigma(t)$  und  $F(t)$  werden von den Mikrofonen 3, 8 über geeignete Verstärker 11, 12 und Tiefpaßfilter 13, 14 Analog/Digital-Wandlern 15, 16 zugeführt. Das Audiosignal  $A(t)$  wird ebenfalls über ein Tiefpaßfilter 17 einem Analog/Digital-Wandler 18 zugeleitet. Die Tiefpaßfilter begrenzen die Bandbreite der Signale auf einen Wert, der für das nachgeschaltete Spracherkennungssystem notwendig ist.

Ein erstes adaptives Filter 19 dient zusammen mit einem Korrelator 20 zur Ableitung des Signals  $A_1(t)$  aus dem Signal  $A(t)$ . In einem Subtrahierer 21 wird dann das Signal  $A_1(t)$  von dem Summensignal  $\Sigma(t)$  subtrahiert, wodurch das Signal  $D_1(t)$  entsteht.

Ein weiteres adaptives Filter 22 und ein Korrelator 23 sind zur Ableitung des Signals  $F_1(t)$  aus dem Signal  $F(t)$  vorgesehen. Mit Hilfe eines weiteren Subtrahierers 24 wird das Signal  $F_1(t)$  von dem Signal  $D_1(t)$  subtrahiert. Am Ausgang 7 steht somit das Signal  $D_2(t)$  zur Weiterleitung an ein Spracherkennungssystem zur Verfügung.

5 Das adaptive Filter 19 ist ein nichtrekursives Filter der Ordnung ungefähr 100 mit der Zielfunktion

$$Z_1(t) = (\Sigma(t) - H_{AZ} \times A) \blacksquare A(t) = 0 \text{ für } H_{AZ} = H_A, \quad (1)$$

wobei  $\blacksquare$  die Korrelationsfunktion bedeutet. Die Zielfunktion nutzt aus, daß für das richtige  $H_{AZ}$  das Signal  $[S(t) + F_1(t)]$  unkorreliert zum Audiosignal  $A(t)$  ist.

Die Berechnung der Filterkoeffizienten im einzelnen kann nach Standardverfahren der digitalen Signalverarbeitung erfolgen, wie sie beispielsweise im Aufsatz "Adaptive Noise Cancelling: Principles and Applications", Proceedings of the IEEE, Vol. 63, No. 12, December 1975, Seiten 1692 bis 1716 beschrieben sind. Die adaptiven Filter und die Korrelatoren können mit geeignet programmierten Signalprozessoren realisiert werden.

10 Das Ausgangssignal  $D_1(t)$  des Subtrahierers 21 wird sowohl im Korrelator 20 verwendet als auch dem weiteren Subtrahierer 24 zugeführt. Es ergibt sich zu  $D_1(t) = \Sigma(t) - H_{AZ} \times A(t)$ .

Zur Bestimmung von  $H_F$  wird das bereits von den Audiosignalen befreite Signal  $D_1(t)$  verwendet, welches sich aus Fahrgeräusch und Sprache zusammensetzt. Diese sind ebenfalls unkorreliert, so daß sich das für das Audiosignal verwendete Verfahren auch für das Geräuschsignal anwenden läßt. Dabei ist die Zielfunktion

$$Z_2(t) = [(D_1(t) - H_{FZ} \times F(t)) \blacksquare F(t) = 0 \text{ für } H_{FZ} = H_F(t) \quad (2)$$

20 Das Ausgangssignal des Subtrahierers 24 wird dann

$$D_2(t) = S(t) + (H_F - H_{FZ}) \times F(t) + [(H_A - H_{AZ}) \times A(t)] \times F(t) \quad (3)$$

Aus Gleichung (3) ist ersichtlich, daß sich das Ausgangssignal  $D_2(t)$  umso mehr dem Signal  $S(t)$  nähert, je besser die Annäherung von  $H_{FZ}$  an  $H_F$  bzw.  $H_{AZ}$  an  $H_A$  erfolgt. Auch bei einer nicht vollständigen Annäherung erfolgt eine deutliche Reduzierung des Störanteils.

25

## Patentansprüche

1. Sprachsignalstörfreiverfahren zu Zwecken der Spracherkennung in einem Kraftfahrzeug, wobei die Sprache zusammen mit anderen gleichzeitig auftretenden Schallereignissen mittels eines Mikrofons (3) in ein elektrisches Summensignal umgewandelt wird und ein Geräuschsignal ( $f(t)$ ) eines außerhalb des Fahrgastraumes angeordneten Referenzmikrofons (8) über adaptive Filter (22) geleitet und danach vom Summensignal  $\Sigma(t)$  subtrahiert wird, dadurch gekennzeichnet,
  - 35 daß Steuersignale ( $A(t)$ ) für einen im Fahrgastraum angeordneten Lautsprecher (4) parallel zu diesem über ein weiteres adaptives Filter (19) geleitet und vom Summensignal  $\Sigma(t)$  abgezogen werden, daß das resultierende Signal mit dem Steuersignal ( $A(t)$ ) verglichen wird und daß die dabei gewonnenen Vergleichssignale das weitere adaptive Filter (19) steuern.
- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuersignale vor dem adaptiven Filter tiefpaßgefiltert und analog/digital gewandelt werden.
3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem ersten Mikrophon (3) innerhalb des Fahrgastraumes und einem zweiten Mikrophon (8) außerhalb des Fahrgastraumes und einem ersten adaptiven Filter (22) im Ausgang des zweiten Mikrofons und mit ersten Mitteln (24) zur Subtraktion des Ausgangssignals  $F_1(t)$  des adaptiven Filters (22) von dem Ausgangssignal  $D(t)$  des ersten Mikrofons (3) und mit einem Korrelator (23) zur Steuerung des adaptiven Filters (22), gekennzeichnet durch
  - 45 ein zweites adaptives Filter (19) für Steuersignale, die parallel dazu einen im Fahrgastraum angeordneten Lautsprecher (4) steuern, durch zweite Mittel (21) zur Subtraktion des Ausgangssignal  $A_1(t)$  des zweiten adaptiven Filters (19) von dem Ausgangssignal des ersten Mikrofons (3), die vor dem ersten Mittel (24) angeordnet sind, und durch einen zweiten Korrelator (20), welcher das zweite adaptive Filter (19) steuert und welchem die Steuersignale und das Ausgangssignal der zweiten Subtraktionsmittel (21) zum Vergleich zuführbar sind.
  - 50
  - 55
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

daß den Mikrofonen (3, 8) und dem Steuersignalausgang für die Lautsprecher (4) jeweils Tiefpässe (13, 14, 17) und A/D-Wandler (15, 16, 18) nachgeschaltet sind.

5. Anordnung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ordnung der adaptiven Filter etwa 100 beträgt.

## Claims

1. Speech-signal interference-elimination method for speech-recognition purposes in a motor vehicle, in which method the speech is converted, along with other simultaneously occurring sound events, into an electrical composite signal by means of a microphone (3) and a sound signal  $f(t)$  from a reference microphone (8) disposed outside the passenger compartment is fed via an adaptive filter (22) and then subtracted from the composite signal  $\Sigma(t)$ , characterized in that control signals  $A(t)$  for a loudspeaker (4) disposed in the passenger compartment are fed in parallel with the composite signal  $\Sigma(t)$  via a further adaptive filter (19) and subtracted from the composite signal  $\Sigma(t)$ , in that the resultant signal is compared with the control signal  $A(t)$  and in that the comparison signals obtained in this process control the further adaptive filter (19).
2. Method according to Claim 1, characterized in that the control signals are subjected to low-pass filtering and analogue/digital conversion upstream of the adaptive filter.
3. Arrangement for carrying out the method according to Claim 1, having a first microphone (3) inside the passenger compartment and a second microphone (8) outside the passenger compartment and a first adaptive filter (22) in the output of the second microphone, and having first means (24) for subtracting the output signal  $F_1(t)$  of the adaptive filter (22) from the output signal  $D(t)$  of the first microphone (3), and having a correlator (23) for controlling the adaptive filter (22), characterized by a second adaptive filter (19) for control signals which control, in parallel therewith, a loudspeaker (4) disposed in the passenger compartment, by second means (21) for subtracting the output signal  $A_1(t)$  of the second adaptive filter (19) from the output signal of the first microphone (3), which second means (21) are disposed upstream of the first means (24), and by a second correlator (20) which controls the second adaptive filter (19) and to which the control signals and the output signal of the second subtraction means (21) can be fed for the purpose of comparison.
4. Arrangement according to Claim 3, characterized in that low-pass filters (13, 14, 17) and A/D converters (15, 16, 18) are connected downstream of the microphones (3, 8) and the control-signal output for the loudspeaker (4).
5. Arrangement according to Claim 4, characterized in that the order of the adaptive filter is about 100.

## Revendications

1. Procédé pour éliminer les signaux parasites dans un signal de parole à des fins de reconnaissance vocale dans un véhicule automobile, la parole étant transformée avec d'autres événements phoniques se produisant simultanément pour être transformée en un signal électrique de somme et qu'un signal de bruit  $f(t)$  est fourni à un microphone de référence (8) prévu à l'extérieur de l'habitacle en passant par un filtre adaptatif (22) pour être retranché du signal de somme  $\Sigma(t)$ , caractérisé en ce que les signaux  $A(t)$  d'un haut-parleur (4) associé à l'habitacle sont conduits en parallèle à celui-ci par un autre filtre adaptatif (19) pour être retranchés du signal de somme  $\Sigma(t)$ , le signal résultant étant comparé au signal de commande  $A(t)$  et les signaux de comparaison ainsi obtenus assurant la commande l'autre filtre adaptatif (19).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux de commande sont filtrés en mode passe-bas par le filtre adaptatif et sont transformés selon une transformation analogique/numérique.
3. Montage pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un premier microphone (3) à l'intérieur de l'habitacle du véhicule et un second microphone (8) à l'extérieur de l'habitacle du véhicule ainsi qu'un premier filtre adaptatif (22) dans la sortie du second microphone et un premier moyen

(24) pour retrancher le signal de sortie  $F_1(t)$  du filtre adaptatif (22) du signal de sortie  $D(t)$  du premier microphone (3) et d'un circuit de corrélation (23) pour commander le filtre adaptatif (22), dispositif caractérisé par un second filtre adaptatif (19) pour les signaux de commande qui commandent en parallèle au haut-parleur (4) prévu dans l'habitacle, des seconds moyens (21) pour soustraire le signal de sortie  $A_1(t)$  du second filtre adaptatif du signal de sortie du premier microphone (3) associé en amont du premier moyen (24) et par un second circuit de corrélation (20) qui commande le second filtre adaptatif (19) et recevant les signaux de commande et le signal de sortie du second moyen de soustraction (21) pour la comparaison.

4. Montage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les microphones (3, 8) et la sortie du signal de commande du haut-parleur (4) sont suivis chaque fois de filtres passe-bas (13, 14, 17) et de convertisseurs A/N (15, 16, 18).

5. Montage selon la revendication 4, caractérisé en ce que le filtre adaptatif est un montage ayant pour ordre environ 100.

