

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5377442号
(P5377442)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.

F 1

G 1 O L 21/0232 (2013.01)
G 1 O L 21/028 (2013.01)G 1 O L 21/02 1 O 1 B
G 1 O L 21/02 2 O 1 D

請求項の数 7 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2010-182876 (P2010-182876)
 (22) 出願日 平成22年8月18日 (2010.8.18)
 (65) 公開番号 特開2011-85904 (P2011-85904A)
 (43) 公開日 平成23年4月28日 (2011.4.28)
 審査請求日 平成22年9月24日 (2010.9.24)
 (31) 優先権主張番号 09173163.8
 (32) 優先日 平成21年10月15日 (2009.10.15)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 503113186
 ホンダ リサーチ インスティテュート
 ヨーロッパ ゲーエムペーハー
 Honda Research Institute Europe GmbH
 ドイツ連邦共和国 テー-63073 オ
 ッフェンバッハアムマイン カール・レギ
 エン・シュトラーセ 30

(74) 代理人 110000246

特許業務法人 O F H 特許事務所

(72) 発明者 マーティン・ヘックマン
 ドイツ国 60316 フランフルト、ヴ
 イッテルスバーラー 45

審査官 山下 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 参照情報により雑音から音声を分離するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

目的信号を分離するためのシステムであって、
 目的信号を感知するための第1のマイクロホンと、
 既知の干渉信号の音源の近くに配置された、参照信号を感知するための第2のマイクロホンと、
 信号処理ユニットと、を備え、

前記信号処理ユニットは、
 前記第2のマイクロホンからの信号を受け取り、複数の隣接し且つ連続する周波数チャネルのそれぞれについて各瞬間毎に参照信号から、当該参照信号を構成する周波数チャネルを他の周波数チャネルからグループ分けするためのパラメータであってグループ分けの手がかりとして用いられるパラメータを抽出し、

前記第1のマイクロホンから目的信号および干渉信号を含む混合信号を受け取り、前記周波数チャネルのそれぞれ及び各瞬間毎に、前記グループ分けの手がかりを用いて該混合信号から前記目的信号を分離するよう構成されている、

前記システム。

【請求項 2】

前記第1のマイクロホンは目的信号の源の近くに配置され、前記信号処理ユニットで分離された目的信号は、電話通信または一つもしくは複数の装置の音声制御のために使用される、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記信号処理ユニットは、各瞬時毎の前記混合信号の各周波数チャネルを目的信号或いは干渉信号の何れかに割当てて前記混合信号を目的信号と干渉信号とに分離するための手段を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記信号処理ユニットは、

前記混合信号を複数の周波数チャネルに分けるための手段と、

グループ分けの手がかりとして用いられる前記パラメータを前記参照信号から抽出すると共に各瞬間毎に前記混合信号内において前記グループ分けの手がかりを評価する手段と

10

前記グループ分けの手がかりを用いて、各瞬時毎の混合信号の各周波数チャネルを目的信号または干渉信号の何れかに割当てて混合信号を目的信号と干渉信号とに分離するための手段と、

を備える、請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載のシステム。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載のシステムを備えたロボットまたは乗り物。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載のシステムが備えられたオートバイ・ヘルメット。

【請求項 7】

前記第 1 のマイクロホンは前記ヘルメットの内側に配置され、前記第 2 のマイクロホンは該ヘルメットの内側に配置された部分およびオートバイのエンジンの近傍に配置された部分からなり、これらの部分は配線または無線により接続されている、請求項 6 に記載のオートバイ・ヘルメット。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は一般に音響的 (acoustically、以下、聴覚的という。)に感知された信号の処理に関する。

【0002】

本発明は聴覚目的情報(音声)及び干渉情報(雑音)の混合を含む混合信号を分離するためのシステム及び方法に関する。

30

【背景技術】**【0003】**

多くの日々の状況では我々が電話で話をしたり音声を通じて装置を操作しようとする最中に様々な暗雑音が存在する。この雑音は、しかしながら、人間にとて及び機械にとては音声認識を一層困難にする。例えば、自動車内でのヘッドフォン無しの電話交信或いは音声を通じての自動車内の様々な装置(例えば、ナビゲーション・システム、ラジオ)の操作は自動車の運転に伴う雑音(例えばエンジンの雑音)によりしばしば干渉を受ける。オートバイのエンジンにより発生する雑音は乗車中の電話交信の品質を著しく損ない、同様の状況がオートバイの乗車のときにも見られる。音声認識がますます用いられる別の分野はロボット工学である。(例えば、ロボットのCPUを冷却するためのファンによって生じる)暗雑音もまた音声認識の品質を低下させる。

40

【0004】

従って雑音を低減しそれにより音声信号を改善するための様々な手法が既に提案されている。例えばヨーロッパ特許出願EP 1 879180 A1は参照マイクロフォンの助けで音声信号中の暗雑音を低減する方法を示している。この方法の背景にある主要な観念は雑音だけを捕える参照マイクロフォンに基づいて雑音のスペクトルを推測してそれらのスペクトル成分をマイクロフォンが捉える音声信号と雑音信号との混合から差引くというものである。しかしながら、この方法の主な欠点は雑音が捕えられる聴覚的環境は雑音と音声信号との混合が捕えられる聴覚的環境とは通常異なることである(例えば、自動車

50

内でエンジン雑音を低減したい場合のエンジン室と乗員室）。その結果乗員室内に存在していた雑音ではなくエンジン室内で測定された雑音が対応する混合信号から差引かれる。これを改善するために、エンジン室内を経た信号から乗員室内を経た信号を再現するフィルターが用いられる。

【0005】

しかしながら、このフィルターリング操作は話者の位置に大きく依存し従って調整の必要がある。また、これは話者が話しているときに誤りのない信号が得られるようにフィルターを調整できるか疑わしい。

【0006】

人間の頭脳内の処理により生じる方法で音声信号の精度を高める手法も存在する。それらは一般に計算機による聴覚情景解析（CASA）と称される。人間は異なる同時の音声を区別して1つの音源に集中することができることが分かっている。それを支える仕組みは様々な時間周波数領域を1つの音源に結び付け或いはグループ分け（group、以下、グループピングという）するように働くことのできる手がかりに基づいて信号を分離できることである。そのような手がかりは例えば、基本周波数、空間内の位置、或いは共通オン及びオフのセットである。

【0007】

例えば基本周波数或いは共通オン及びオフのセットのような、こうした手がかりに基づいて干渉信号から音声信号を分離できる様々なシステムが既に開発されている。こうするためにはこれらの手がかりは種々の音源の存在の混合を含む信号から推測される。このステップはこの混合信号を様々な周波数チャネルに分けることを通常含む。言及した手がかりに基づいて各周波数について各瞬間毎に信号が帰属するのは検知されたどの音源かが次に決定される。得られる結果は通常非常に良好だが音声信号の重大な劣化も引き起こす。その1つの理由は音源の分離に用いられる手がかり（例えば、基本周波数或いはオン及びオフのセット）は音源の混合から抽出されなければならず従ってこの抽出プロセスは誤る傾向がある。存在する音源の数をも混合信号から推測しれなければならない場合も同様である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】H. Puder, F. Steffens. Improved Noise Reduction for HandsFree Car Phines Utilizing Information on Vehicle and Engine Speeds. EUSIPCO, 2000.

【非特許文献2】EP1087180 - Reduction of background noise in hands-free system.

【非特許文献3】Bregman, A Auditory Scene Analysis MIT Press, 1990.

【非特許文献4】Brown, G. J. & Cooke, M. P. Computational Auditory Scene Analysis Computer Speech and Language, 1990.

【非特許文献5】Heckman, M.; Jounblin, F. & Korner, E. Sound Source Separation for A Robot based on Pitch Proc IEEE/RSJ Int. I Conf. on Robots and Intell. Syst., 2005, 203-208

【非特許文献6】Hu, G. & Wang, D. L. Monaural Speech Segregation Based on Pitch tracking and Amplitude Modulation IEEE trans. Neural Networks, 2004, 15, 1135-1150

【非特許文献7】Hu, G. Wang, D. Auditory segmentation based on onset and offset analysis IEEE transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 2007, 15, 396-405

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って本発明の目的は雑音及び音声信号の混合を含む信号の雑音低減を改良するシステム及び方法を提案することである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】**【0010】**

この目的は独立請求項の特徴により達成される。従属請求項は本発明の中心的着想を更に展開する。

【0011】

本発明は、例えば第2のマイクロフォンによる追加の参照情報の捕捉手段により雑音及び音声の混合を含む混合信号の雑音を低減するための技術に関連する。しかしながら、従前のこととは対照的に本発明は信号領域において雑音を直接的に低減しようとせず計算機による聴覚情景解析（CASA）による技術を用いて雑音を低減する。

【0012】

10

従って、目的情報及び干渉情報の混合を含む混合信号の分離のためのシステムが提案され、前記システムは、混合信号を受信するための手段、参照信号を受信するための手段、及び、参照信号から手がかりを抽出しそれら手がかりを用いて混合信号から目的信号を分離するよう構成された信号処理ユニットを備える。

【0013】

更に、目的情報及び干渉情報の混合を含む混合信号を分離するための方法が提案され、前記方法は、混合信号を受信するためのステップ、参照信号を受信するためのステップ、及び、参照信号から手がかりを抽出し且つこれら手がかりを用いて混合信号から目的信号を分離するステップを備える。

【0014】

20

混合信号を受信するための手段及び参照信号を受信するための手段はマイクロフォン及び測定ユニットの夫々であってもよく、ここにおいて、参照信号を受信するための手段が干渉情報を受信するように構成されているときは、混合信号のためのマイクロフォンは目的情報の音源の近傍に配置され参照信号のためのマイクロフォンは干渉情報の音源の近傍に配置されてもよい。干渉情報はエンジン速度から抽出されることもできる。

【0015】

更に、参照信号を受信するための手段は目的情報を受信するように構成されてよく、ここにおいて、この信号はビデオ信号から、特にビデオ信号中の話者の体の動き或いは話者の口の動きから抽出されることがある。

【0016】

30

システムの信号処理ユニットは、参照信号及び混合信号を多数の周波数チャネルに分けるための手段、参照信号からグルーピング手がかりを抽出しそして各瞬間毎に混合信号中のグルーピング手がかりを求めるための手段及び各瞬間毎に混合信号の各周波数チャネルを目的情報或いは干渉情報の何れかに割り当てそして混合信号を目的情報及び干渉情報に分離するための手段を備えてよい。

【0017】

別の実施例ではシステムの信号処理ユニットは混合信号を多数の周波数チャネルに分けるための手段、参照信号からグルーピング手がかりを抽出しそして各瞬間毎に混合信号のグルーピング手がかりを求めるための手段、及び各瞬間毎に混合信号の各周波数チャネルを目的情報あるいは干渉情報のいずれかに割り当てそして混合信号を目的情報と干渉情報とに分離するための手段を備える。

40

【0018】

グルーピング手がかりは基本周波数或いはオン或いはオフのセットでもよい。目的情報は音声であってもよく干渉信号は雑音であってもよい。

【0019】

混合信号を分離するためのシステムはオートバイのヘルメット内に含まれてもよく、ここにおいて混合信号を受信するための手段はヘルメットの内側に配置され、参照信号を受信するための手段は一部がヘルメットの内側に配置され一部がエンジンの近傍に配置され、参照信号を受信するためのそれら手段は配線あるいは無線で接続されている。

【0020】

50

本発明のこれらのそして他の特徴及び利点は図面とともに以下の詳細な説明を通じて更に明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は本発明によるシステムを含むヘルメットを装着したオートバイに乗車する人を示す。

【図2】図2は本発明によるシステムを含む運転者が乗車している自動車を示す。

【図3】図3は本発明による方法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1はヘルメット4を装着してオートバイ6に乗車している人7を示している。ヘルメット4は本発明によるシステムを含んでいる。このシステムは信号処理ユニット1、混合信号を受信するための手段としてのここではマイクロフォン2、及び、参照信号を受信するための手段としてのここではマイクロフォン3a及び受信ユニット3bを備える。混合信号を受信するためのマイクロフォン2及び受信ユニット3bは配線を介して信号処理ユニット1に接続されている。参照信号を受信するためのマイクロフォン3aは、しかしながら、ヘルメット4内には配置されず、干渉信号の発生源となるはずのオートバイ6のエンジン5の近傍に配置され、干渉信号は図示の例ではエンジン5により発生される調和雑音であり得る。マイクロフォン3aの参照信号の受信ユニット3bへの伝達は例え無線通信により行われてもよい。

10

20

【0023】

混合信号を受信するためのマイクロフォン2はオートバイに乗車する人7の口の近くのヘルメット4のフロント部に配置される。マイクロフォン2は、従って、ここではオートバイに乗車する人の聴覚的に感知される音声信号である目的信号の信号源の近傍に配置される。しかしながら、オートバイ6のエンジン5は極めて大きくてエンジン雑音はヘルメット4によっては僅に弱められるだけであり、マイクロフォン2はエンジン5の雑音も受信する。

【0024】

信号処理ユニット1はマイクロフォン3で受信される参照信号から手がかりを抽出するとともに手がかりを用いてマイクロフォン2で受信される混合信号から音声信号を分離するよう構成されている。抽出及び分離の詳細な記述は図3の方法において提供される。

30

【0025】

本発明によるシステムは従って混合信号のエンジン雑音を非常に低減することができる。この低減の結果として乗車中の電話通信が改善される。

【0026】

本発明によるシステムについての別の応用分野が図2中に示され、図1中に示されたシステムに類似のシステムを含む自動車8が示されている。しかしながら、信号処理ユニット1及び混合信号を受信するためのマイクロフォン2はヘルメット内には配置されるのではなく、自動車8の内側に配置されている。特に混合信号を受信するためのマイクロフォン2は乗員室内に運転者の口の近傍となるように配置される。参照信号を受信するためのマイクロフォン3aはここでもエンジン5の近傍に配置される。信号処理ユニット1は自動車内の何れの場所にも配置できるとともに、混合信号を受信するためのマイクロフォン2及び参照信号を受信するためのマイクロフォン3aに接続されている。従って、受信ユニット3bはここでは必要とされない。本発明によるシステムは送受話器なしの電話通信を改善するだけではなく自動車載装置の音声操作をも改善する。エンジンにより発生される調和雑音の低減はここでは特に有用である。

40

【0027】

図3は本発明の一実施例による方法を示す。まず始めに聴覚的に感知される混合信号及び参照信号が受信される(100、101)。

【0028】

50

参照信号は好ましくは雑音の音源（例えば、エンジン、ファン、等々）から直接的に感知される。理想的なセットアップでは如何なる付加的な信号も伴わない参照信号だけが感知されて歪みのない参照信号が入手される。このようなことは音源近くの参照信号により最もよく達成される。

【0029】

同様に目的信号は好ましくはその音源近くで感知される。自動車或いはオートバイの運転者の音声信号の場合、運転者の口の近くでの感知が最もよい。しかしながら、運転者が如何なる特別の装置の装着を必要としない場合、すなわち、送受話器なしの場合における音声交信もできるようにするため、目的信号は一般にその音源から所定の距離だけ離れて感知される。その結果、目的信号とその他の音源の混合が感知される。従って、本発明の一応用例では、この混合信号はエンジンにより発生される雑音及び運転者の音声信号の混合である。既に上述されたように、混合信号及び参照信号は例えばマイクロフォンにより感知され得る。

【0030】

参照信号及び混合信号を受信した後に両信号は多数の隣接周波数チャネルに分割される 102、103。各瞬時毎の各周波数チャネルについて参照信号（「雑音信号」）からグループピング聴覚情景解析手がかりが抽出される 105。音源の分離のために計算機による聴覚情景解析（CASA）において典型的には用いられるこれらの手がかりは例えば1つ或いは複数の以下のものである：

基本周波数

共通のオン及びオフのセット

共通の変調性 / 漸近的变化性

空間的手がかり（ITD（両耳間時間差）/ILD（両耳間強度差）、即ち、知覚音源）

連続状態

連続する類似性

【0031】

これらの聴覚的手がかりは参照信号上の参照情報を与える。これらの手がかりを知ることで混合信号中の参照信号を特定できる。そうするため、これらの手がかりが参照信号内で抽出され、参照信号は殆ど歪められないとともにこれらの手がかりは容易に抽出でき、そして混合信号内において評価される。この評価の役割の結果として、即ち、参照信号が混合信号に著しく影響するような各瞬間毎の周波数チャネルが特定され得る。

【0032】

これらの聴覚的手がかりの抽出のため、参照信号は各瞬間毎の各周波数チャネルについて周波数領域に変換される。これらの手がかりのうちの或るもの、例えば、基本周波数についてでは、これらの手がかりを時間領域内で直接的に抽出してそして種々の周波数チャネル上のそれらの影響を計算できる（基本周波数の場合では役割は基本周波数及び基本周波数から容易に計算できる和音に存在する）。聴覚的手がかりを基本周波数から抽出した後、それらは（例えば雑音と音声を備えた）混合信号の中で評価される。混合信号を周波数領域に変換した後には各瞬間毎の各周波数チャネルについて手がかりが評価される（104）。そして各瞬間毎の各周波数チャネルを音声或いは雑音に割り当てることができる（106）。この割り当てに基づいて混合信号は、離散した時間ステップ毎に、「音声」の周波数チャネル及び「雑音」の周波数チャネルに分離される（107）。

【0033】

この方法を用いれば計算機による聴覚情景解析（CASA）における手がかりが歪められていない雑音信号から測定できることになったとともにこの情報を用いて雑音の記録の位置及び混合信号間（例えば、エンジン室から乗員室）の変換関数の推定の必要なく音声及び雑音の混合中の雑音を推定できる。

【0034】

図1及び2では、本発明によるシステムはオートバイのヘルメット内及び自動車内に備

10

20

30

40

50

えられる。しかしながら、そのようなシステムは例えばロボットに備えられることもできる。これはロボットの音声認識システムを改善する助けとなる。従ってロボット或いは音声により制御される或いは音声を解釈する他のどのような技術システムが喧しくて騒がしい環境でも使用可能になる。

【0035】

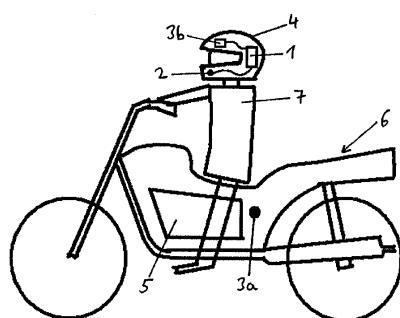
本発明によるシステムが使用できるその他の応用分野は聴覚装置である。聴覚装置が受信している混合信号中の雑音を消去することは聴覚装置を使用している人が他の人の音声をよりよく理解するのに役立つ。

【0036】

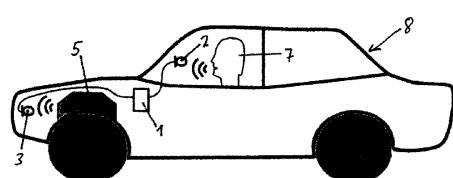
図1及び2の例は参照信号がエンジンからの雑音を使用するようなシステムである。しかしながら、音声信号上の参照信号を例えば骨伝達マイクロフォンを用いて得ることも可能である。この場合、必要なグルーピング情報は音声信号から抽出されそして雑音信号から音声信号を分離するために使用される。

10

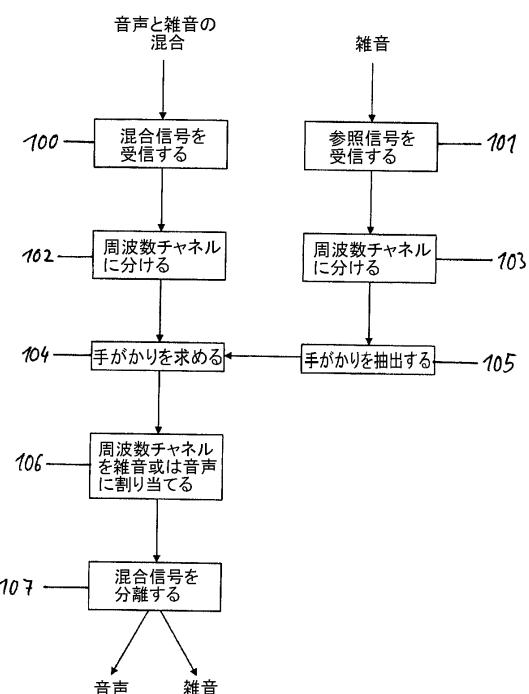
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-265199 (JP, A)
特開2003-140671 (JP, A)
特表2000-514618 (JP, A)
特開平1-118900 (JP, A)
特開平10-313498 (JP, A)
特開2007-79389 (JP, A)
荒井佑真他, "サブバンド信号振幅変化に着目した音源分離", 情報処理学会研究報告, 2008
年 2月, Vol.2008, No.12, pp.139-144

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 10 L 21/02 - 21/0308