

明 細 書

発明の名称：

音響信号処理方法、情報生成方法、コンピュータプログラム、及び、音響信号処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、音響信号処理方法などに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1では、音響信号処理方法である立体音響計算方法に係る技術が開示されている。この音響信号処理方法では、音量（音圧）が音源と受聴者（観測者）との距離に反比例して変化するように制御される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-201577号公報

特許文献2：国際公開第2021/180938号

非特許文献

[0004] 非特許文献1：飯田 明由 空力騒音の物理 4 疑似音波と遠距離場 [online]、[令和5年6月21日検索]、インターネット（URL：<https://fluid.mech.kogakuin.ac.jp/~iida/Lectures/master/aeroacoustic.pdf>）

非特許文献2：空気調和・衛生工学会著、空気調和設備計画設計の実務の知識（改訂4版）、オーム社、2017年3月24日、p236

非特許文献3：Yoshinori Dobashi、他2名、Real-time rendering of aerodynamic sound using sound textures based on computational fluid dynamics、ACM Transactions on Graphics、Vol. 22、No.

3、p 7 3 2 - 7 4 0

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献 1 が示す技術では、受聴者に臨場感を与えることが困難な場合がある。

[0006] そこで、本開示は、受聴者に臨場感を与えることができる音響信号処理方法など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

[0007] 本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第 1 位置情報と前記オブジェクトに起因する第 1 音を示す第 1 音データと前記第 1 音データに対する処理手段を示す第 1 識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第 1 音の受聴者の位置を示す第 2 位置情報を取得する第 1 取得ステップと、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第 1 位置情報、及び、取得された前記第 2 位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第 1 算出ステップと、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第 1 識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第 1 処理手段、及び、前記第 1 処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第 2 処理手段のうち、前記第 1 音データを処理する処理手段を決定する決定ステップと、決定された前記処理手段で前記第 1 音データを処理する第 1 処理ステップと、処理された前記第 1 音データを出力する第 1 出力ステップと、を含む。

[0008] また、本開示の一態様に係る情報生成方法は、仮想空間における受聴者の位置に関連する位置で生じる第 1 音を示す第 1 音データと、前記仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第 1 位置情報とを取得する第 2 取得ステップと、取得された前記第 1 音データと取得された前記第 1 位置情報とから、前記オブジェクトに起因して前記受聴者の位置に関連する位置で前記第 1 音を再生させる前記オブジェクトに関する情報と前記第 1 位置情報とを含む第

1 オブジェクトオーディオ情報を生成する第1生成ステップと、を含む。

[0009] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0010] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0011] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場合に、算出された前記距離と前記単位距離とに応じて、前記第1音の音量

が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0012] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離、及び、前記オブジェクトと前記受聴者とを結ぶ二点間方向を算出する第2算出ステップと、前記正面方向と算出された二点間方向とがなす角度及び前記指向性情報が示す前記特性に基づいて前記第1音の音量を制御するように、かつ、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場合に算出された前記距離と前記単位距離とに応じて前記第1音の音量が減衰するように、前記第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0013] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた第2オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をせず、かつ、取得された前記第2オブジェクトオーディオ情報が示す前記第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理されていない前記第1音信号、及び、処理された前記第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0014] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音デ

ータ、及び、前記第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた第2オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第2オブジェクトオーディオ情報が示す前記第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0015] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記オブジェクトとは異なるオブジェクトであって前記仮想空間における他のオブジェクトの位置を示す第3位置情報と前記他のオブジェクトの前記位置で発生する第3音を示す第3音データとが関連付けられた第3オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第3オブジェクトオーディオ情報が示す前記第3音データに基づく第3音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第3音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0016] また、本開示の一態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速とを取得する第4取得ステップと、取得された前記発生位置と、前記第1風向と、前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する第2生成ステップと、代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている前記空力音コア情報とを出力する第3出力ステップとを含む。

- [0017] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法で出力された前記第4オブジェクトオーディオ情報及び前記空力音コア情報と、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報とを取得する第5取得ステップと、取得された前記第4オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位置、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記発生位置と前記受聴者との距離を算出する第3算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の音量が減衰するように前記空力音データを処理する第3処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第4出力ステップとを含む。
- [0018] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、上記の情報生成方法で出力された前記第4オブジェクトオーディオ情報、及び、前記空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む前記空力音コア情報と、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報とを取得する第5取得ステップと、取得された前記第4オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位置、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記発生位置と前記受聴者との距離を算出する第3算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の前記周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように前記空力音データを処理する第3処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第4出力ステップとを含む。
- [0019] また、本開示の一態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第6取得ステップと、取得された前記第2風向と、前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第3生成ステップと、代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている前記空力音コア情報とを出力する第5出力ステップとを含む。
- [0020] また、本開示の一態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発

生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速と、前記仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第7取得ステップと、取得された前記発生位置と前記第1風向と前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、取得された前記第2風向と前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第4生成ステップと、生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報と生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報とを出力する第6出力ステップを含む。

[0021] また、本開示の一態様に係る音響信号処理方法は、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報と、上記の情報生成方法により出力された前記第4オブジェクトオーディオ情報又は前記第5オブジェクトオーディオ情報を取得する第8取得ステップと、前記第4オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第2位置情報が示す前記位置に基づいて処理し、前記第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第2位置情報が示す前記位置に基づかずに処理する第4処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第7出力ステップとを含む。

[0022] また、本開示の一態様に係るプログラムは、上記の音響信号処理方法をコンピュータに実行させる。

[0023] また、本開示の一態様に係るプログラムは、上記の情報生成方法をコンピュータに実行させる。

[0024] また、本開示の一態様に係る音響信号処理装置は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと前記第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第1音の受聴者の位置を示す第2位置情報を取得する第1取得部と、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報

に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第1算出部と、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第1処理手段、及び、前記第1処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第2処理手段のうち、前記第1音データを処理する処理手段を決定する決定部と、決定された前記処理手段で前記第1音データを処理する第1処理部と、処理された前記第1音データを出力する第1出力部と、を備える。

[0025] なお、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、コンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、及び、記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0026] 本開示の一態様に係る音響信号処理方法によれば、受聴者に臨場感を与えることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第1例を説明するための図である。

[図2]図2は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第2例を説明するための図である。

[図3]図3は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第3例を説明するための図である。

[図4A]図4Aは、オブジェクトから放射された風が受聴者の耳に到達することで生じる空力音を説明するための図である。

[図4B]図4Bは、第2空力音の、風源からの距離による音量の減衰を計測する方法を示す図である。

[図4C]図4Cは、図4Bで説明された実験による計測結果を示す図であり、收音された音の周波数特性が示される図である。

[図4D]図4 Dは、第2空力音とモーター音との各距離における周波数特性が音量に換算され距離ごとにプロットされた図である。

[図5A]図5 Aは、受聴者のパーソナルスペースについて説明する図である。

[図5B]図5 Bは、本開示の音響処理又は復号処理が適用可能なシステムの一例である立体音響 (Immersive Audio) 再生システムを示す図である。

[図5C]図5 Cは、本開示の符号化装置の一例である符号化装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図5D]図5 Dは、本開示の復号装置の一例である復号装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図5E]図5 Eは、本開示の符号化装置の別の一例である符号化装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図5F]図5 Fは、本開示の復号装置の別の一例である復号装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図5G]図5 Gは、図5 D又は図5 Fにおけるデコーダの一例であるデコーダの構成を示す機能ブロック図である。

[図5H]図5 Hは、図5 D又は図5 Fにおけるデコーダの別の一例であるデコーダの構成を示す機能ブロック図である。

[図5I]図5 Iは、音響信号処理装置の物理的構成の一例を示す図である。

[図5J]図5 Jは、符号化装置の物理的構成の一例を示す図である。

[図6]図6 は、実施の形態に係る音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図7]図7 は、実施の形態に係る音響信号処理装置の動作例1のフローチャートである。

[図8]図8 は、動作例1に係るオブジェクトであるバットと受聴者とを示す図である。

[図9]図9 は、変形例1に係る音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図10]図10は、変形例1に係る4人の他人と受聴者とを示す図である。

[図11]図11は、変形例1に係る音響信号処理装置の動作例2のフローチャートである。

[図12]図12は、変形例2に係る音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図13]図13は、変形例2に係るオブジェクト及び複数の音を示す図である。

[図14]図14は、変形例2に係る音響信号処理装置の動作例3のフローチャートである。

[図15]図15は、変形例2に係るオブジェクトが扇風機である場合を示す図である。

[図16]図16は、変形例2に係るオブジェクトがゾンビである場合を示す図である。

[図17]図17は、変形例3に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図18]図18は、変形例3に係るオブジェクトである扇風機と受聴者とを示す図である。

[図19]図19は、変形例3に係る指向性情報及び単位距離情報を説明するための図である。

[図20]図20は、変形例3に係る第2処理部の処理を説明するための図である。

[図21]図21は、変形例3に係る第2処理部の他の処理を説明するための図である。

[図22]図22は、変形例3に係る情報生成装置の動作例4のフローチャートである。

[図23]図23は、変形例3に係る音響信号処理装置の動作例5のフローチャートである。

[図24]図24は、変形例4に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能

構成を示すブロック図である。

[図25]図25は、変形例4に係る第1音データへの処理を説明するための図である。

[図26]図26は、変形例4に係る音響信号処理装置の動作例6のフローチャートである。

[図27]図27は、変形例4に係る音響信号処理装置の動作例7のフローチャートである。

[図28]図28は、変形例5に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図29]図29は、変形例5に係る音響信号処理装置の動作例8のフローチャートである。

[図30]図30は、変形例6に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図31]図31は、変形例6に係る情報生成装置の動作例9のフローチャートである。

[図32]図32は、変形例6に係る音響信号処理装置の動作例10のフローチャートである。

[図33]図33は、変形例6に係る音響信号処理装置の動作例11のフローチャートである。

[図34]図34は、変形例7に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能構成を示すブロック図である。

[図35]図35は、変形例7に係る表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図36]図36は、変形例7に係る情報生成装置の動作例12のフローチャートである。

[図37]図37は、変形例7に係る音響信号処理装置の動作例13のフローチャートである。

[図38]図38は、変形例8に係る情報生成装置及び音響信号処理装置の機能

構成を示すブロック図である。

[図39]図39は、変形例8に係る情報生成装置の動作例14のフローチャートである。

[図40]図40は、図5G及び図5Hのレンダリング部がパイプライン処理を行う場合を説明するための機能ブロック図及びステップの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] (本開示の基礎となった知見)

従来、仮想空間において、受聴者が受聴する音の音量（音圧）が制御される音響信号処理方法が知られている。

[0029] 特許文献1では、音響信号処理方法である立体音響計算方法に係る技術が開示されている。この音響信号処理方法では、音量（音圧）が音源と受聴者（観測者）との距離に反比例して変化するように制御される。より具体的には、音量が、当該距離が増加するに従って反比例して減衰するように制御される。これにより、受聴者は、音を発するオブジェクトつまりは音源と受聴者自身との距離を認識することができる。

[0030] このような制御が行われた音は、仮想現実（バーチャル・リアリティ：VR (Virtual Reality)）、又は、拡張現実（オーグメンテッド・リアリティ：AR (Augmented Reality)）などの、ユーザ（受聴者）が存在する空間において立体的な音を再生するためのアプリケーションにおいて、利用されている。

[0031] ところで、現実空間においては、受聴者が受聴する音の音量が、音を発するオブジェクトと受聴者自身との距離の反比例とは異なる条件に従って減衰する音の例が知られている。

[0032] このような音として、以下2つの音を例示する。

[0033] 1つ目の音は、オブジェクトの移動にともない生じる空力音（所謂風切り音）である（非特許文献1参照）。空力音（風切り音）は、風がオブジェクトに衝突したり、空気中をオブジェクトが移動したりすることによって生じ

る空気の渦列などの圧力変動に基づく音である。

[0034] 図1は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第1例を説明するための図である。なお図1においては、オブジェクトは、野球のバットBである。このオブジェクト（バットB）が移動（位置の変化）したとき、つまりはバットBがスイングされたときに、風切り音が生じる。受聴者Lは、この風切り音を受聴することで、バットBがスイングされたことを認識することができる。現実空間においては、この風切り音の音量は、バットBと受聴者Lとの距離が増加するに従って減衰し、より具体的には、バットBと受聴者Lとの距離の2乗で減衰する。

[0035] 仮に、仮想空間において、このような風切り音に特許文献1に開示される技術が適用された場合には、受聴者Lは、音量がバットBと受聴者Lとの距離に反比例して減衰するように制御された風切り音を受聴することとなる。つまりは、仮想空間で特許文献1に開示される技術が適用された風切り音は、現実空間で受聴者Lが受聴する風切り音とは異なる音となってしまう。仮想空間において、受聴者Lが特許文献1に開示される技術が適用された風切り音を受聴すると、当該風切り音は現実空間で受聴者Lが受聴する風切り音とは異なる音であるため、受聴者Lは違和感を覚えてしまい、受聴者Lは臨場感を得ることが難しい。そのため、受聴者Lに臨場感を与えることができる音響信号処理方法などが求められている。

[0036] 図2は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第2例を説明するための図である。なお図2においては、オブジェクトは、救急車Aである。このオブジェクト（救急車A）が移動（位置の変化）したとき、つまりは救急車Aが走行しているときに、風切り音が生じる。受聴者Lは、この風切り音を受聴することで、救急車Aが走行していることを認識することができる。現実空間においては、上記バットBによる風切り音と同様に、この風切り音の音量は、救急車Aと受聴者Lとの距離が増加するに従って減衰し、より具体的には、救急車Aと受聴者Lとの距離の2乗で減衰する。

- [0037] さらに、図2においては、救急車Aはサイレン音を発するオブジェクトでもある。このサイレン音は、現実空間においては、音量が救急車Aと受聴者Lとの距離が増加するに従って反比例して減衰する。
- [0038] 仮に、仮想空間において、救急車Aによる風切り音及びサイレン音の両方に特許文献1に開示される技術が適用された場合について検討する。
- [0039] この場合、サイレン音については、受聴者Lは、音量が救急車Aと受聴者Lとの距離に反比例して減衰するように制御されたサイレン音を受聴することとなる。つまりは、仮想空間で特許文献1に開示される技術が適用されたサイレン音は、現実空間で受聴者Lが受聴するサイレン音と同様の音となり、受聴者Lは、違和感を覚えにくい。
- [0040] 一方で、この場合、風切り音についても、受聴者Lは、音量が救急車Aと受聴者Lとの距離に反比例して減衰するように制御された風切り音を受聴することとなる。つまりは、仮想空間で特許文献1に開示される技術が適用された風切り音は、現実空間で受聴者Lが受聴する風切り音とは異なる音になってしまう。仮想空間において、受聴者Lが特許文献1に開示される技術が適用された風切り音を受聴すると、受聴者Lは違和感を覚えてしまい、受聴者Lは臨場感を得ることが難しい。そのため、このような場合でも、受聴者Lに臨場感を与えることができる音響信号処理方法などが求められている。
- [0041] なお、上記の通り、救急車Aは、複数の音（サイレン音及び風切り音）を発生させるオブジェクトである。このようなオブジェクトは、救急車Aに限られない。
- [0042] 図3は、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）の第3例を説明するための図である。図3においては、このようなオブジェクトとして、扇風機Fが例示されている。
- [0043] この扇風機Fの複数の羽根が移動（回転）したときに、風切り音が生じる。上記バットBによる風切り音及び救急車Aによる風切り音と同様に、この扇風機Fによる風切り音の音量は、扇風機Fと受聴者Lとの距離が増加するに従って減衰し、より具体的には、扇風機Fと受聴者Lとの距離の2乗で減

衰する。また、扇風機Fは、扇風機Fが備えるモーターが稼働する音であるモーター音を発するオブジェクトでもある。このモーター音は、現実空間においては、音量が扇風機Fと受聴者Lとの距離が増加するに従って反比例して減衰する。

[0044] このように、扇風機Fも、複数の音（モーター音及び風切り音）を発生させるオブジェクトである。

[0045] 従って、オブジェクトが救急車Aである場合と同様に、仮想空間において、扇風機Fによる風切り音及びモーター音の両方に特許文献1に開示される技術が適用された場合には、受聴者Lは違和感を覚えてしまい、受聴者Lは臨場感を得ることが難しい。特に、図3が示すように、受聴者Lが（a）の位置から（b）の位置へ移動する場合に、つまりは、扇風機Fと受聴者Lとの距離が変化する場合に、その違和感が大きくなってしまう。そのため、受聴者Lに臨場感を与えることができる音響信号処理方法などが求められている。

[0046] 上記の通り1つ目の音として風切り音を説明した。続いて、さらに2つ目の音である、オブジェクトから放射された風が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音について説明する（非特許文献2及び3参照）。なお、耳とは、耳介及び外耳の少なくとも一方を意味する。

[0047] 特許文献1に開示される技術を含む従来の技術では、オブジェクトオーディオ情報が用いられていた。オブジェクトオーディオ情報とは、例えば音を示す音信号（音データ）と当該音が発生する位置を示す位置情報とが関連付けられたデータである。例えばここで、図4Aが示す例について検討する。

[0048] 図4Aは、オブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を説明するための図である。2つ目の音であるこの空力音は、オブジェクトである扇風機Fによる風Wが受聴者Lに達した場合に、例えば受聴者Lの耳の形状に応じて生じる音である。なお、以下では識別のため、オブジェクトの移動（位置の変化）にともない発生する空力音（風切り音）を第1空力音、2つ目の音であるオブジェクトから放出されて受聴者L

の耳に到達する風Wが受聴者Lの耳に衝突することで生じる空力音を第2空力音と記載する場合がある。

[0049] 図4 Aにおいては、オブジェクトである扇風機Fに起因する音は、図3で説明した第1空力音（風切り音）及びモーター音と、第2空力音とを含む3つの音である。ここでは、モーター音及び第2空力音に着目する。

[0050] 例えばモーター音について、オブジェクトオーディオ情報が用いられると、モーター音を示す音信号（音データ）と、当該モーター音が発生する位置を示す位置情報とが関連付けられる。オブジェクトオーディオ情報では、当該モーター音が発生する位置は、扇風機Fの位置となる。

[0051] また、第2空力音について、オブジェクトオーディオ情報が用いられると、第2空力音を示す音信号（音データ）と、当該第2空力音が発生する位置を示す位置情報とが関連付けられる。オブジェクトオーディオ情報では、当該第2空力音が発生する位置は、受聴者Lの位置となる。

[0052] ここで、モーター音については、音量が、モーター音が発生する位置である扇風機Fと、受聴者Lとの距離に反比例して減衰するように制御されることで、受聴者Lは、違和感を覚えにくいモーター音を受聴することができる。

[0053] また、第2空力音については、風Wが発生する位置である扇風機Fと、受聴者Lとの距離によって音量がどのように減衰するかは、モーター音又は第1空力音のような定説はない。しかしながら、距離によって音量の増減が生じることは生活の実感からみて明らかである。そこで本願発明者らは、扇風機とダミーヘッドマイクロホンとを用いて、その増減の傾向を実験的に明らかにした。

[0054] 図4 Bは、第2空力音の、風源（つまりは風Wが発生する位置（扇風機F））からの距離による音量の減衰を計測する方法を示す図である。收音は、図4 Bに示すように、扇風機から1 m、2 m、4 m等の各位置にダミーヘッドマイクロホン（以下マイクロホンと記載）が置かれて、風Wが当たる際に生じる音が收音された。扇風機Fの前面の網が外されたので收音される音は

、第2空力音及びモーター音のみとなり、網による第1空力音は除外されている。

[0055] 図4Cは、図4Bで説明された実験による計測結果を示す図であり、收音された音の周波数特性が示される図である。より具体的には、図4Cの(a)は1mの位置にマイクロホンが置かれ、図4Cの(b)は2mの位置にマイクロホンが置かれ、図4Cの(c)は4mの位置にマイクロホンが置かれた場合を示す。1kHz以下の周波数成分が大きく盛り上がっている線(第1線)は風Wがマイクロホンの当たる方向で收音した音の周波数特性を示している。従って、第1線は、モーター音と第2空力音との合算の周波数特性を示している。もう一方の線(第2線)は風Wがマイクロホンに当たらない方向で收音した音の周波数特性を示している。従って、第2線は、モーター音のみの周波数特性を示している。いずれのグラフについても、約1kHz以上の周波数成分では第1線と第2線とは重なっているため、第2空力音の周波数成分は、第1線の1kHz以下の成分で代表させることができる。モーター音の周波数成分は、第2線全体で代表させることができることは言うまでもない。

[0056] 図4Dは、そのようにして特定した第2空力音とモーター音との各距離における周波数特性が音量に換算され距離ごとにプロットされた図である。モーター音については、通説通り、距離に比例して減衰(距離の1乗に反比例)する、という傾向となっている。一方、第2空力音については、距離の2.5乗で減衰(距離の2.5乗に反比例)する、という傾向となっていることがわかる。(図4Dでは、図4Bでは図示していない、50cm、3mの位置での観測データもプロットされている。)そこで、第2空力音については、音量が、風Wが発生する位置である扇風機Fと、受聴者Lとの距離の2.5乗で減衰するように制御することで、受聴者Lは、違和感を覚えにくい第2空力音を受聴することができる。或いは、距離とその距離における第2空力音の周波数特性とを関連付けておいて、距離をインデックスとして周波数特性が取得され音量が制御されてもよい。勿論、風速は距離に応じて減衰

することが知られているので、風速とその風速における第2空力音の周波数特性とを関連付けておいて、距離によって算出された風速をインデックスとして周波数特性が取得され音量が制御されてもよいことは言うまでもない。

[0057] ところで、本願発明者らは、第2空力音の距離減衰の指数は4（距離の4乗に反比例）と予想していた。これは、第2空力音は、表面に凹凸のある物体に風があたったときの生じる空力音、所謂キャビティ音に由来すると考えており、キャビティ音の音量は風速の4乗に比例して増幅し、風速は距離に反比例すると言われているので、距離の4乗の反比例するものと考えていた。ところが、上記のような実験によって、第2空力音の距離減衰の指数は2.5程度とわかった。これは、耳介は単純なキャビティではなく、パラボラ形状を伴ったキャビティなので、風Wをより効率的にとらえるからではないかと考えている。一方で、耳介の形状には個人差があるので、上記指数は2.5には限定できない。しかしながら、第2空力音はキャビティ音に由来するのであるから、上記指数は4は超えないと考えている。

[0058] 一方で、第2空力音については、第2空力音が発生する位置が受聴者Lの耳の位置である。従って、受聴者Lが移動しても、第2空力音が発生する位置、つまり受聴者Lの耳の位置と受聴者Lの位置との距離が常に一定であるため、第2空力音の音量が、当該距離に応じて減衰するように制御されることができない。従って、従来の技術に係るオブジェクトオーディオ情報が用いられると、受聴者Lは、違和感を覚える第2空力音を受聴することになってしまう。そのため、受聴者Lに臨場感を与えることができる音響信号処理方法などが求められている。

[0059] さらに、現実空間においては、パーソナルスペースが有ることが知られている。図5Aは、受聴者Lのパーソナルスペースについて説明する図である。

[0060] パーソナルスペースとは、他人が自分（ここでは受聴者L）に近づくことを許せる限界の範囲、つまり心理的な縄張りのことである。これは、仮想空間での受聴者Lにとって他人ごとに、物理的距離だけでは表現できない受聴

者Lと他人との距離感があることを示している。パーソナルスペースは、密接距離（45 cm以下）、個体距離（45 cmより大きく120 cm以下）、社会距離（120 cmより大きく360 cm以下）及び公衆距離（360 cmより大きい）の4つのカテゴリーに分類される。

[0061] この物理的距離だけでは表現できない受聴者Lと他人との距離感を、仮想空間で演出する際に、例えば全ての他人の発する声に特許文献1に開示される技術が一律に適用された場合について検討する。

[0062] この場合、受聴者Lは、当該他人と受聴者Lとの関係性に依存せずに、当該他人の声の音量が当該他人と受聴者Lとの距離に反比例して減衰するように制御された声を受聴することとなる。つまり、他人が受聴者Lにとって親しみの度合いが高い人であっても親しみの度合いが低い人であっても、一律に当該他人の声が減衰するように制御される。

[0063] このため、受聴者Lに応じたパーソナルスペース、及び、物理的距離だけでは表現できない受聴者Lと他人との距離感を、仮想空間で演出することが困難となり、受聴者Lは違和感を覚えてしまい、受聴者Lは臨場感を得ることが難しい。そのため、受聴者Lに臨場感を与えることができる音響信号処理方法などが求められている。

[0064] そこで、本開示の第1態様に係る音響信号処理方法は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと前記第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第1音の受聴者の位置を示す第2位置情報を取得する第1取得ステップと、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第1算出ステップと、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第1処理手段、及び、前記第1処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第2処理手段のうち、前記第1音データを処理する処理手

段を決定する決定ステップと、決定された前記処理手段で前記第1音データを処理する第1処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第1出力ステップと、を含む。

[0065] これにより、第1識別情報に応じて第1音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、受聴者が受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0066] また、例えば、本開示の第2態様に係る音響信号処理方法は、前記第1処理手段は、音量が、算出された前記距離が増加するに従って反比例して減衰するように前記第1音データを処理する処理手段であり、前記第2処理手段は、音量が、算出された前記距離が増加するに従って前記第1処理手段とは異なる態様で増減するように前記第1音データを処理する処理手段である、第1態様に係る音響信号処理方法である。

[0067] これにより、第1識別情報に応じて、音量が距離が増加するに従って反比例して減衰するように第1音データを処理する第1処理手段又は音量が距離が増加するに従って第1処理手段とは異なる態様で増減するような第2処理手段が用いられるため、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、受聴者が受聴する現実空間での第1音により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0068] また、例えば、本開示の第3態様に係る音響信号処理方法は、取得された前記オブジェクト情報は、前記第1音とは異なる音であって前記オブジェクトに起因する第2音を示す第2音データと、前記第2音データに対する処理手段を示す第2識別情報とを含み、前記決定ステップでは、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第2識別情報に基づいて、前記第1処理手段及び前記第2処理手段のうち、前記第2音データを処理する処理手段を決定し

、前記第1処理ステップでは、決定された前記処理手段で前記第2音データを処理し、前記第1出力ステップでは、処理された前記第2音データを出力し、前記オブジェクトは、前記第1音データ及び前記第2音データを含む複数の音データと関連付けられるオブジェクトである、第1又は第2態様に係る音響信号処理方法である。

[0069] これにより、第2識別情報に応じて第2音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者が受聴する仮想空間での第2音も、受聴者が受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、算出された距離に応じて、第1音と第2音との音量バランスが現実空間で生じる音量バランスのように変動する。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0070] また、例えば、本開示の第4態様に係る音響信号処理方法は、前記第2処理手段は、音量が、前記距離の $\times$ 乗($\times \neq 1$)で減衰するように前記第1音データを処理する処理手段である、第2態様に係る音響信号処理方法である。

[0071] これにより、第1処理ステップでは、音量が距離の $\times$ 乗で減衰するように第1音データを処理する第2処理手段を用いることができる。

[0072] また、例えば、本開示の第5態様に係る音響信号処理方法は、前記第1識別情報は、前記第1音データに対する前記処理手段が前記第2処理手段であること、及び、前記 $\times$ の値を示す、第4態様に係る音響信号処理方法である。

[0073] これにより、第1識別情報は処理手段が第2処理手段であることを示すことができ、第1処理ステップでは第1識別情報が示す $\times$ の値にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0074] また、例えば、本開示の第6態様に係る音響信号処理方法は、前記第1音が、前記オブジェクトの移動にともない生じる空力音である場合には、前記第1識別情報は、前記第1音データに対する処理手段が前記第2処理手段で

あること、及び、前記 x が α であり前記 α が実数であり前記 α が下記式を満たすことを示す、

$$\alpha > 1$$

第4態様に係る音響信号処理方法である。

[0075] これにより、第1処理ステップでは、第1音が空力音（第1空力音）である場合に、第1識別情報が示す x の値である α にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0076] また、例えば、本開示の第7態様に係る音響信号処理方法は、前記第1音が前記オブジェクトから放射された風が前記受聴者の耳に到達することで生じる空力音である場合には、前記第1識別情報は、前記第1音データに対する処理手段が前記第2処理手段であること、及び、前記 x が β であり前記 β が実数であり前記 β が下記式を満たすことを示す、

$$\beta > 2$$

第6態様に係る音響信号処理方法である。

[0077] これにより、第1処理ステップでは、第1音がオブジェクトから放射された風が受聴者の耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）である場合に、第1識別情報が示す x の値である β にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0078] また、例えば、本開示の第8態様に係る音響信号処理方法は、前記 α 及び前記 β は、下記式を満たす、

$$\alpha < \beta$$

第7態様に係る音響信号処理方法である。

[0079] これにより、第1処理ステップでは、 $\alpha < \beta$ を満たす α 又は β を用いて第1音データを処理することができる。

[0080] また、例えば、本開示の第9態様に係る音響信号処理方法は、ユーザから前記 α 又は前記 β の値を指定する操作を受付ける第1受付ステップを含む、第7又は第8態様に係る音響信号処理方法である。

[0081] これにより、第1処理ステップでは、ユーザに指定された α 又は β の値を

用いて第1音データを処理することができる。

[0082] また、例えば、本開示の第10態様に係る音響信号処理方法は、前記第1識別情報は、前記第1処理手段を実行するか否かを示す情報であり、前記決定ステップでは、取得された前記第1識別情報に基づいて、前記第1処理手段を実行するか否かを決定し、かつ、前記第1処理手段が実行されるか否かに関わらず、前記第2処理手段を実行することを決定し、前記第2処理手段は、算出された前記距離が所定の閾値以内である場合に、音量が、所定の値となるように前記第1音データを処理する処理手段である、第2態様に係る音響信号処理方法である。

[0083] これにより、第1処理ステップでは、距離が所定の閾値以内である場合にだけ、音量が所定の値となることで、非現実的な効果を演出することができ、かつ、現実的に生じる自然な距離減衰効果も付与することができるように第1音データを処理する第2処理手段を用いることができる。

[0084] また、例えば、本開示の第11態様に係る音響信号処理方法は、前記所定の閾値は、パーソナルスペースに応じた値である、第10態様に係る音響信号処理方法である。

[0085] これにより、第1処理ステップでは、パーソナルスペースに応じた値である所定の閾値を用いて、第1音データを処理することができるので、物理的な距離による距離減衰効果では表現できない心理的な距離感を演出することができる。

[0086] また、例えば、本開示の第12態様に係る音響信号処理方法は、ユーザから前記所定の閾値が第1指定値であることを指定する操作を受付ける第1受付ステップを含む、第10又は第11態様に係る音響信号処理方法である。

[0087] これにより、第1処理ステップでは、ユーザに指定された第1指定値を用いて第1音データを処理することができる。

[0088] また、例えば、本開示の第13態様に係る情報生成方法は、仮想空間における受聴者の位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データと、前記仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とを取得する第

2 取得ステップと、取得された前記第1音データと取得された前記第1位置情報とから、前記オブジェクトに起因して前記受聴者の位置に関連する位置で前記第1音を再生させる前記オブジェクトに関する情報と前記第1位置情報とを含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する第1生成ステップと、を含む。

[0089] これにより、オブジェクトの位置に、オブジェクトに起因して受聴者の位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データが関連付けられた第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、オブジェクトと受聴者との距離が増加するほど第1音の音量が減衰するように第1音データが処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、受聴者が受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0090] また、例えば、本開示の第14態様に係る情報生成方法は、前記オブジェクトは、風を放射し、前記受聴者は、放射された前記風を浴び、前記第1音は、前記オブジェクトから放射された前記風が前記受聴者の耳に到達することで生じる空力音である、第13態様に係る情報生成方法である。

[0091] これにより、第1音を、オブジェクトから放射された風が受聴者の耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）とすることができる情報生成方法が実現される。

[0092] また、例えば、本開示の第15態様に係る情報生成方法は、前記第1生成ステップでは、さらに単位距離情報を含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、前記単位距離情報は、基準となる距離である単位距離と、前記オブジェクトの前記位置から前記単位距離離れた位置における前記空力音を示す空力音データとを含む情報である、第14態様に係る情報生成方法である。

- [0093] これにより、単位距離情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者が受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離及び空力音データに基づいて、受聴者が受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。
- [0094] また、例えば、本開示の第16態様に係る情報生成方法は、前記第1生成ステップでは、さらに指向性情報を含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、前記指向性情報は、放射された前記風の方向に応じた特性を示す情報であり、前記単位距離情報に示される前記空力音データは、前記指向性情報に示される前記オブジェクトが前記風を放射する正面方向に、前記オブジェクトの前記位置から前記単位距離離れた位置における前記空力音を示すデータである、第15態様に係る情報生成方法である。
- [0095] これにより、指向性情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者が受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離、空力音データ及び指向性情報に基づいて、受聴者が受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。
- [0096] また、例えば、本開示の第17態様に係る情報生成方法は、前記第1生成ステップでは、前記第1音の再生時において、前記オブジェクトから生じた前記第1音を示す前記第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理を行うか否かを示すフラグ情報をさらに含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成する、第13～第16態様のいずれか1つの態様に係る情報生成方法である。
- [0097] これにより、フラグ情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成す

ることができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、第1音データに基づく第1音信号に頭部伝達関数が畳み込まれる場合があるため、受聴者が受聴する現実空間での第1音により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0098] また、例えば、本開示の第18態様に係る音響信号処理方法は、第13態様に係る情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0099] これにより、第3取得ステップでは、オブジェクトの位置に、オブジェクトに起因して受聴者の位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データが関連付けられた第1オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者との距離が増加するほど第1音の音量が減衰するように第1音データが処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、受聴者が受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0100] また、例えば、本開示の第19態様に係る音響信号処理方法は、第14態様に係る情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第

1 オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1 位置情報、及び、取得された前記第2 位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2 算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記第1 音の音量が減衰するように前記第1 音データを処理する第2 処理ステップと、処理された前記第1 音データを出力する第2 出力ステップとを含む。

[0101] これにより、第1 音を、オブジェクトから放射された風が受聴者の耳に到達することで生じる空力音（第2 空力音）とすることができる音響信号処理方法が実現される。

[0102] また、例えば、本開示の第2 0 態様に係る音響信号処理方法は、第1 5 態様に係る情報生成方法によって生成された前記第1 オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1 音データ、及び、前記第1 音の前記受聴者の前記位置を示す第2 位置情報を取得する第3 取得ステップと、取得された前記第1 オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1 位置情報、及び、取得された前記第2 位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2 算出ステップと、取得された前記第1 オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場合に、算出された前記距離と前記単位距離とに応じて、前記第1 音の音量が減衰するように前記第1 音データを処理する第2 処理ステップと、処理された前記第1 音データを出力する第2 出力ステップとを含む。

[0103] これにより、第3 取得ステップでは、単位距離情報を含む第1 オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、受聴者が受聴する仮想空間での第1 音（第2 空力音）は、単位距離及び空力音データに基づいて、受聴者が受聴する現実空間での第1 音（第2 空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

- [0104] また、例えば、本開示の第2 1 態様に係る音響信号処理方法は、第1 6 態様に係る情報生成方法によって生成された前記第1 オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1 音データ、及び、前記第1 音の前記受聴者の前記位置を示す第2 位置情報を取得する第3 取得ステップと、取得された前記第1 オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1 位置情報、及び、取得された前記第2 位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離、及び、前記オブジェクトと前記受聴者とは結ぶ二点間方向を算出する第2 算出ステップと、前記正面方向と算出された二点間方向とがなす角度及び前記指向性情報が示す前記特性に基づいて前記第1 音の音量を制御するように、かつ、取得された前記第1 オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場合に算出された前記距離と前記単位距離とに応じて前記第1 音の音量が減衰するように、前記第1 音データを処理する第2 処理ステップと、処理された前記第1 音データを出力する第2 出力ステップとを含む。
- [0105] これにより、第3 取得ステップでは、指向性情報を含む第1 オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、受聴者が受聴する仮想空間での第1 音（第2 空力音）は、単位距離、空力音データ及び指向性情報に基づいて、受聴者が受聴する現実空間での第1 音（第2 空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。
- [0106] また、例えば、本開示の第2 2 態様に係る音響信号処理方法は、第1 3 ～1 6 態様のいずれか1 つの態様に係る情報生成方法で生成された前記第1 オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1 音データ、及び、前記第1 位置情報と前記オブジェクトに起因する第2 音を示す第2 音データとが関連付けられた第2 オブジェクトオーディオ情報を取得する第3 取得ステップと、取得された前記第1 音データに基づく第1 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をせず、かつ、取得された前記第2 オ

ブジェクトオーディオ情報が示す前記第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理されていない前記第1音信号、及び、処理された前記第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0107] これにより、受聴者が受聴する仮想空間での第2音は、第2音データに基づく第2音信号に頭部伝達関数が畳み込まれるため、受聴者が受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2音が再現された音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0108] また、例えば、本開示の第23態様に係る音響信号処理方法は、第14～16態様のいずれか1つの態様に係る情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた第2オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第2オブジェクトオーディオ情報が示す前記第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0109] これにより、受聴者が受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理が行われるため、受聴者が受聴する現実空間での第1音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、受聴者が受聴する仮想空間での第2音は、第2音データに基づく第2音信号に頭部伝達関数が畳み込まれるため、受聴者が受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2音が再

現された音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0110] また、例えば、本開示の第24態様に係る音響信号処理方法は、第14～16態様のいずれか1つの態様に係る情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記オブジェクトとは異なるオブジェクトであって前記仮想空間における他のオブジェクトの位置を示す第3位置情報と前記他のオブジェクトの前記位置で発生する第3音を示す第3音データとが関連付けられた第3オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された前記第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第3オブジェクトオーディオ情報が示す前記第3音データに基づく第3音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第3音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0111] これにより、仮想空間にオブジェクト及び他のオブジェクトを含む複数のオブジェクトが設けられた場合に、受聴者が受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）及び第3音は、それぞれ受聴者が受聴する現実空間での第1音（第2空力音）及び第3音に似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0112] また、例えば、本開示の第25態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速とを取得する第4取得ステップと、取得された前記発生位置と、前記第1風向と、前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する第2生成ステップと、代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成さ

れた前記第4オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている前記空力音コア情報とを出力する第3出力ステップとを含む。

- [0113] これにより、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第4オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、オブジェクトと受聴者との距離が増加するほど空力音（第2空力音）の音量が減衰するように空力音データが処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。
- [0114] また、例えば、本開示の第26態様に係る情報生成方法は、前記第1想定風速は、前記第1風向の方向に前記発生位置から基準となる距離である単位距離離れた位置での前記第1風の風速である、第25態様に係る情報生成方法である。
- [0115] これにより、第1想定風速として、単位距離離れた位置での第1風の風速を用いることができる。
- [0116] また、例えば、本開示の第27態様に係る情報生成方法は、ユーザから前記単位距離が第2指定値であることを指定する操作を受け付ける第2受付ステップを含む、第26態様に係る情報生成方法である。
- [0117] これにより、ユーザに指定された第2指定値である単位距離を用いて第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。
- [0118] また、例えば、本開示の第28態様に係る情報生成方法は、ユーザから前記第1風の方角に応じた特性を示す指向性情報を指定する操作を受け付ける第2受付ステップを含み、前記第2生成ステップでは、取得された前記発生位置、前記第1風向及び前記第1想定風速と、受け付けられた前記操作が示す前記指向性情報とが関連付けられた前記第4オブジェクトオーディオ情報を生

成する、第26又は第27態様に係る情報生成方法である。

[0119] これにより、発生位置、第1風向、第1想定風速及びユーザに指定された指向性情報が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。

[0120] また、例えば、本開示の第29態様に係る音響信号処理方法は、第26～28態様のいずれか1つの態様に係る情報生成方法で出力された前記第4オブジェクトオーディオ情報及び前記空力音コア情報と、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報とを取得する第5取得ステップと、取得された前記第4オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位置、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記発生位置と前記受聴者との距離を算出する第3算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の音量が減衰するように前記空力音データを処理する第3処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第4出力ステップとを含む。

[0121] これにより、第5取得ステップでは、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者との距離が増加するほど空力音（第2空力音）の音量が減衰するように空力音データが処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0122] また、例えば、本開示の第30態様に係る音響信号処理方法は、前記第3処理ステップでは、前記受聴者の耳に到達したときの前記第1風の風速である耳到達風速に基づいて、前記空力音データを処理し、前記耳到達風速は、算出された前記距離が増加するほど、前記風速が減速する、第29態様に係る音響信号処理方法である。

[0123] これにより、耳到達風速に基づいて、空力音データが処理されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0124] また、例えば、本開示の第3 1 態様に係る音響信号処理方法は、前記耳到達風速は、算出された前記距離を前記単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である、第3 0 態様に係る音響信号処理方法である。

[0125] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0126] また、例えば、本開示の第3 2 態様に係る音響信号処理方法は、前記 z は、下記式を満たす、

$$z = 1$$

第3 1 態様に係る音響信号処理方法である。

[0127] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0128] また、例えば、本開示の第3 3 態様に係る音響信号処理方法は、前記第3 処理ステップでは、前記空力音の音量が、前記代表風速を前記耳到達風速で割った値の γ 乗で減衰するように、前記空力音データを処理する、第3 1 態様に係る音響信号処理方法である。

[0129] これにより、空力音（第2空力音）の音量がより正確な音量となるように空力音データが処理されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第

2 空力音)は、受聴者が受聴する現実空間での空力音(第2 空力音)により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0130] また、例えば、本開示の第3 4 態様に係る音響信号処理方法は、前記 γ 及び前記 z は、下記式を満たす、

$$\gamma \times z < 4$$

第3 3 態様に係る音響信号処理方法である。

[0131] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音(第2 空力音)は、受聴者が受聴する現実空間での空力音(第2 空力音)により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0132] また、例えば、本開示の第3 5 態様に係る音響信号処理方法は、第2 6 ~ 2 8 態様のいずれか1 つの態様に係る情報生成方法で出力された前記第4 オブジェクトオーディオ情報、及び、前記空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む前記空力音コア情報と、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2 位置情報とを取得する第5 取得ステップと、取得された前記第4 オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位置、及び、取得された前記第2 位置情報に基づいて、前記発生位置と前記受聴者との距離を算出する第3 算出ステップと、算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の前記周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように前記空力音データを処理する第3 処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第4 出力ステップとを含む。

[0133] これにより、第5 取得ステップでは、発生位置、第1 風向及び第1 想定風速が関連付けられた第4 オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者との距離が増加するほど空力音(第2 空力音)の周波数成分の分布が低周波数側にシフトされるように空力音デ

ータが処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0134] また、例えば、本開示の第36態様に係る音響信号処理方法は、前記第3処理ステップでは、前記受聴者の耳に到達したときの前記第1風の風速である耳到達風速に基づいて、前記空力音データを処理し、前記耳到達風速は、算出された前記距離が増加するほど、前記風速が減速する、第35態様に係る音響信号処理方法である。

[0135] これにより、耳到達風速に基づいて、空力音データが処理されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0136] また、例えば、本開示の第37態様に係る音響信号処理方法は、前記耳到達風速は、算出された前記距離を前記単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である、第36態様に係る音響信号処理方法である。

[0137] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。

[0138] また、例えば、本開示の第38態様に係る音響信号処理方法は、前記 z は、下記式を満たす、

$$z = 1$$

第37態様に係る音響信号処理方法である。

- [0139] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。
- [0140] また、例えば、本開示の第39態様に係る音響信号処理方法は、前記第3処理ステップでは、前記空力音の前記周波数成分の分布を、前記代表風速を前記耳到達風速で割った値の逆数倍の周波数にシフトさせるように、前記空力音データを処理する、第36～第38態様のいずれか1つの態様に係る音響信号処理方法である。
- [0141] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者が受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者は違和感をより覚え難く、受聴者は臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感をより与えることができる。
- [0142] また、例えば、本開示の第40態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第6取得ステップと、取得された前記第2風向と、前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第3生成ステップと、代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている前記空力音コア情報とを出力する第5出力ステップとを含む。
- [0143] これにより、第2風向と第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第5オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、風の発生源が定まらない風（屋外に吹く自然な風）を再現することができ、空力音データが第2位置

情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0144] また、例えば、本開示の第4 1 態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速と、前記仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第7取得ステップと、取得された前記発生位置と前記第1風向と前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、取得された前記第2風向と前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第4生成ステップと、生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報と生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報とを出力する第6出力ステップとを含む。

[0145] これにより、発生位置と第1風向と第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報、及び、第2風向と第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成することができるので、同一の仮想空間に、2種類の風、すなわち、風の発生源が特定できる風（扇風機、排気孔、風穴など）と風の発生源が特定できない風（自然に生じているそよ風、暴風など）とが生成されることができる。さらに、この第4オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づいて処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第1風による空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での第1風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、この第5オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用

いられた場合には、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0146] また、例えば、本開示の第4 2 態様に係る情報生成方法は、前記第6 出力ステップは、前記第1 風の前記発生位置が前記仮想空間にある場合、生成された前記第4 オブジェクトオーディオ情報を出力する、第4 1 態様に係る情報生成方法である。

[0147] これにより、情報生成方法は、発生位置に応じて第4 オブジェクトオーディオ情報の出力の可否を判断することができる。

[0148] また、例えば、本開示の第4 3 態様に係る情報生成方法は、前記第6 出力ステップは、前記第1 風の前記発生位置が前記仮想空間にない場合、生成された前記第5 オブジェクトオーディオ情報を出力する、第4 2 態様に係る情報生成方法である。

[0149] これにより、情報生成方法は、発生位置に応じて第5 オブジェクトオーディオ情報の出力の可否を判断することができる。

[0150] また、例えば、本開示の第4 4 態様に係る情報生成方法は、代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップを含み、前記第6 出力ステップでは、記憶されている前記空力音コア情報を出力する、第4 3 態様に係る情報生成方法である。

[0151] これにより、出力された空力音コア情報が含む空力音データが音響信号処理方法で用いられた場合には、空力音コア情報を第1 風、第2 風に共通に適用できるので、空力音コア情報を格納するメモリ領域を少なくすることができ、しかも、受聴者が受聴する仮想空間での第1 風による空力音（第2 空力

音)は受聴者が受聴する現実空間での第1風による空力音(第2空力音)に似た音となり、受聴者が受聴する仮想空間での第2風による空力音(第2空力音)は受聴者が受聴する現実空間での第2風による空力音(第2空力音)に似た音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0152] また、例えば、本開示の第45態様に係る情報生成方法は、風速と前記風速を表現する言葉とが紐づけられた画像を表示する表示ステップと、前記第1想定風速として表示された前記画像が示す前記風速を指定する第1操作を受け、前記第2想定風速として表示された前記画像が示す前記風速を指定する第2操作を受けける第3受付ステップとを含み、第44態様に係る情報生成方法である。

[0153] これにより、ユーザに指定された風速を第1想定風速として、かつ、ユーザに指定された風速を第2想定風速として利用することができる。

[0154] また、例えば、本開示の第43態様に係る音響信号処理方法は、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報と、第44態様に係る情報生成方法により出力された前記第4オブジェクトオーディオ情報又は前記第5オブジェクトオーディオ情報を取得する第8取得ステップと、前記第4オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第2位置情報が示す前記位置に基づいて処理し、前記第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第2位置情報が示す前記位置に基づかずに処理する第4処理ステップと、処理された前記空力音データを出力する第7出力ステップとを含む。

[0155] これにより、第8取得ステップでは、第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。従って、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づいて処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第1風による空力音(第2空力音)は、受聴者が受聴

する現実空間での第1風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者が受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者が受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0156] また、本開示の第47態様に係るコンピュータプログラムは、上記記載の音響信号処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。

[0157] これにより、コンピュータが、コンピュータプログラムに従って、上記の音響信号処理方法を実行することができる。

[0158] また、本開示の第48態様に係るコンピュータプログラムは、上記記載の情報生成方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。

[0159] これにより、コンピュータが、コンピュータプログラムに従って、上記の情報生成方法を実行することができる。

[0160] また、本開示の第49態様に係る音響信号処理装置は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと前記第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第1音の受聴者の位置を示す第2位置情報を取得する第1取得部と、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第1算出部と、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第1処理手段、及び、前

記第1処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第2処理手段のうち、前記第1音データを処理する処理手段を決定する決定部と、決定された前記処理手段で前記第1音データを処理する第1処理部と、処理された前記第1音データを出力する第1出力部と、を備える。

[0161] これにより、第1識別情報に応じて第1音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者が受聴する仮想空間での第1音は、受聴者が受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者は違和感を覚え難く、受聴者は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理装置は、受聴者に臨場感を与えることができる。

[0162] さらに、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、コンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、及び、記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0163] 以下、実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。

[0164] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、請求の範囲を限定する主旨ではない。

[0165] また、以下の説明において、第1及び第2等の序数が要素に付けられている場合がある。これらの序数は、要素を識別するため、要素に付けられており、意味のある順序に必ずしも対応しない。これらの序数は、適宜、入れ替えられてもよいし、新たに付与されてもよいし、取り除かれてもよい。

[0166] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、各図において縮尺などは必ずしも一致していない。各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0167] 本明細書において、垂直などの要素間の関係性を示す用語、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。

[0168] (実施の形態)

[本開示の音響処理技術又は符号化／復号技術を適用可能な装置例]

(立体音響再生システム)

図5Bは、本開示の音響処理又は復号処理が適用可能なシステムの一例である立体音響 (Immersive Audio) 再生システムA0000を示す図である。立体音響再生システムA0000は、音響信号処理装置A0001と音声提示装置A0002とを含む。

[0169] 音響信号処理装置A0001は、仮想音源が発した音声信号に対して音響処理を施して、リスナ（つまりは受聴者）に対して提示される音響処理後の音声信号を生成する。音声信号は声に限らず可聴音であればよい。音響処理とは、例えば、音源から発生した音が、当該音が発せられてからリスナが聴くまでの間に受ける一又は複数の音に関する作用を再現するために音声信号に対して施される信号処理である。音響信号処理装置A0001は、上述した音に関する作用を引き起こす要因を記述した情報に基づいて音響処理を実施する。空間情報は、例えば、音源、リスナ、周囲のオブジェクトの位置を示す情報、空間の形状を示す情報、音の伝搬に関するパラメータなどを含む。音響信号処理装置A0001は、例えば、PC (Personal Computer)、スマートフォン、タブレット、またはゲームコンソールなどである。

[0170] 音響処理後の信号は、音声提示装置A0002からリスナ（ユーザ）に提示される。音声提示装置A0002は、無線又は有線の通信を介して音響信号処理装置A0001と接続されている。音響信号処理装置A0001で生成された音響処理後の音声信号は、無線または有線の通信を介して音声提示装置A0002に伝送される。音声提示装置A0002が、例えば、右耳用のデバイスと左耳用のデバイスなど複数のデバイスで構成されている場合、

複数のデバイス間または複数のデバイスのそれぞれと音響信号処理装置A0001が通信することで、複数のデバイスは同期して音を提示する。音声提示装置A0002は、例えば、リスナの頭部に装着されるヘッドフォン、イヤホン、ヘッドマウントディスプレイ、または固定された複数のスピーカで構成されたサラウンドスピーカーなどである。

[0171] なお、立体音響再生システムA0000は、視覚的にAR／VRを含むER (Extended Reality) 体験を提供する画像提示装置又は立体映像提示装置と組み合わせて用いられてもよい。

[0172] なお、図5Bは、音響信号処理装置A0001と音声提示装置A0002とが別々の装置であるシステム構成例を示しているが、本開示の音響信号処理方法または復号方法が適用可能な立体音響再生システムは図5Bの構成に限定されない。例えば、音響信号処理装置A0001が音声提示装置A0002に含まれ、音声提示装置A0002が音響処理と音の提示との両方を行ってもよい。また、音響信号処理装置A0001と音声提示装置A0002とが本開示で説明する音響処理を分担して実施してもよいし、音響信号処理装置A0001又は音声提示装置A0002とネットワークを介して接続されたサーバが本開示で説明する音響処理の一部又は全体を実施してもよい。

[0173] なお、上記説明では、音響信号処理装置A0001と呼んでいるが、音響信号処理装置A0001が音声信号又は音響処理に用いる空間情報の少なくとも一部のデータを符号化して生成されたビットストリームを復号して音響処理を実施する場合、音響信号処理装置A0001は復号装置と呼ばれてもよい。

[0174] (符号化装置の例)

図5Cは、本開示の符号化装置の一例である符号化装置A0100の構成を示す機能ブロック図である。

[0175] 入力データA0101はエンコーダA0102に入力される空間情報及び／又は音声信号を含む符号化対象となるデータである。空間情報の詳細については後で説明する。

[0176] エンコーダA0102は、入力データA0101を符号化して、符号化データA0103を生成する。符号化データA0103は、例えば、符号化処理によって生成されたビットストリームである。

[0177] メモリA0104は、符号化データA0103を格納する。メモリA0104は、例えば、ハードディスク又はSSD (Solid State Drive) であってもよいし、その他のメモリであってもよい。

[0178] なお、上記説明ではメモリA0104に記憶される符号化データA0103の一例として符号化処理によって生成されたビットストリームを挙げたが、ビットストリーム以外のデータであってもよい。例えば、符号化装置A0100は、ビットストリームを所定のデータフォーマットに変換して生成された変換後のデータをメモリA0104に記憶してもよい。変換後のデータは、例えば、一又は複数のビットストリームを格納したファイル又は多重化ストリームであってもよい。ここで、ファイルは、例えばISO BMFF (ISO Base Media File Format) などのファイルフォーマットを有するファイルである。また、符号化データA0103は、上記のビットストリーム又はファイルを分割して生成された複数のパケットの形式であってもよい。エンコーダA0102で生成されたビットストリームをビットストリームとは異なるデータに変換する場合、符号化装置A0100は、図示されていない変換部を備えていてもよいし、CPU (Central Processing Unit) で変換処理を行ってもよい。

[0179] (復号装置の例)

図5Dは、本開示の復号装置の一例である復号装置A0110の構成を示す機能ブロック図である。

[0180] メモリA0114は、例えば、符号化装置A0100で生成された符号化データA0103と同じデータを格納している。メモリA0114は、保存されているデータを読み出し、デコーダA0112の入力データA0113として入力する。入力データA0113は、例えば、復号対象となるビットストリームである。メモリA0114は、例えば、ハードディスク又はSS

Dであってもよいし、その他のメモリであってもよい。

[0181] なお、復号装置A0110は、メモリA0114が記憶しているデータをそのまま入力データA0113とするのではなく、読み出したデータを変換して生成された変換後のデータを入力データA0113としてもよい。変換前のデータは、例えば、一又は複数のビットストリームを格納した多重化データであってもよい。ここで、多重化データは、例えばISOBMFFなどのファイルフォーマットを有するファイルであってもよい。また、変換前のデータは、上記のビットストリーム又はファイルを分割して生成された複数のパケットの形式であってもよい。メモリA0114から読み出したビットストリームとは異なるデータをビットストリームに変換する場合、復号装置A0110は、図示されていない変換部を備えていてもよいし、CPUで変換処理を行ってもよい。

[0182] デコーダA0112は、入力データA0113を復号して、リスナに提示される音声信号A0111を生成する。

[0183] (符号化装置の別の例)

図5Eは、本開示の符号化装置の別の一例である符号化装置A0120の構成を示す機能ブロック図である。図5Eでは、図5Cの構成と同じ機能を有する構成に図5Cの構成と同じ符号を付しており、これらの構成については説明を省略する。

[0184] 符号化装置A0100は符号化データA0103をメモリA0104に記憶していたのに対し、符号化装置A0120は符号化データA0103を外部に対して送信する送信部A0121を備える点で符号化装置A0100と異なる。

[0185] 送信部A0121は、符号化データA0103又は符号化データA0103を変換して生成した別のデータ形式のデータに基づいて送信信号A0122を別の装置又はサーバに対して送信する。送信信号A0122の生成に用いられるデータは、例えば、符号化装置A0100で説明したビットストリーム、多重化データ、ファイル、又はパケットである。

[0186] (復号装置の別の例)

図5 Fは、本開示の復号装置の別の一例である復号装置A 0 1 3 0の構成を示す機能ブロック図である。図5 Fでは、図5 Dの構成と同じ機能を有する構成に図5 Dの構成と同じ符号を付しており、これらの構成については説明を省略する。

[0187] 復号装置A 0 1 1 0は入力データA 0 1 1 3をメモリA 0 1 1 4から読み出していたのに対し、復号装置A 0 1 3 0は入力データA 0 1 1 3を外部から受信する受信部A 0 1 3 1を備える点で復号装置A 0 1 1 0と異なる。

[0188] 受信部A 0 1 3 1は、受信信号A 0 1 3 2を受信して受信データを取得し、デコーダA 0 1 1 2に入力される入力データA 0 1 1 3を出力する。受信データは、デコーダA 0 1 1 2に入力される入力データA 0 1 1 3と同じであってもよいし、入力データA 0 1 1 3とは異なるデータ形式のデータであってもよい。受信データが、入力データA 0 1 1 3と異なるデータ形式のデータの場合、受信部A 0 1 3 1が受信データを入力データA 0 1 1 3に変換してもよいし、復号装置A 0 1 3 0が備える図示されていない変換部又はCPUが受信データを入力データA 0 1 1 3に変換してもよい。受信データは、例えば、符号化装置A 0 1 2 0で説明したビットストリーム、多重化データ、ファイル、又はパケットである。

[0189] (デコーダの機能説明)

図5 Gは、図5 D又は図5 FにおけるデコーダA 0 1 1 2の一例であるデコーダA 0 2 0 0の構成を示す機能ブロック図である。

[0190] 入力データA 0 1 1 3は符号化されたビットストリームであり、符号化された音声信号である符号化音声データと音響処理に用いるメタデータとを含んでいる。

[0191] 空間情報管理部A 0 2 0 1は、入力データA 0 1 1 3に含まれるメタデータを取得して、メタデータを解析する。メタデータは、音空間に配置された音に作用する要素を記述した情報を含む。空間情報管理部A 0 2 0 1は、メタデータを解析して得られた音響処理に必要な空間情報を管理し、レンダリ

ング部A0203に対して空間情報を提供する。なお、本開示では音響処理に用いる情報が空間情報と呼ばれているが、それ以外の呼び方であってもよい。当該音響処理に用いる情報は、例えば、音響処理に用いる情報を音空間情報と呼ばれてもよいし、シーン情報と呼ばれてもよい。また、音響処理に用いる情報が経時的に変化する場合、レンダリング部A0203に入力される空間情報は、空間状態、音空間状態、シーン状態などと呼ばれてもよい。

[0192] また、空間情報は音空間ごと又はシーンごとに管理されていてもよい。例えば、異なる部屋を仮想空間として表現する場合、それぞれの部屋が異なる音空間のシーンとして管理されてもよいし、同じ空間であっても表現する場面に応じて異なるシーンとして空間情報が管理されてもよい。空間情報の管理において、それぞれの空間情報を識別する識別子が付与されておいてもよい。空間情報のデータは、入力データの形態であるビットストリームに含まれていてもよいし、ビットストリームが空間情報の識別子を含み、空間情報のデータはビットストリーム以外から取得してもよい。ビットストリームに空間情報の識別子のみが含まれる場合、レンダリング時に空間情報の識別子を用いて、音響信号処理装置A0001のメモリ又は外部のサーバに記憶された空間情報のデータが入力データとして取得されてもよい。

[0193] なお、空間情報管理部A0201が管理する情報は、ビットストリームに含まれる情報に限定されない。例えば、入力データA0113は、ビットストリームには含まれないデータとして、VR又はARを提供するソフトウェアアプリケーション又はサーバから取得された空間の特性又は構造を示すデータを含んでいてもよい。また、例えば、入力データA0113は、ビットストリームには含まれないデータとして、リスナ又はオブジェクトの特性又は位置などを示すデータを含んでいてもよい。また、入力データA0113は、リスナの位置を示す情報として復号装置を含む端末が備えるセンサで取得された情報、又は、センサで取得された情報に基づいて推定された端末の位置を示す情報を含んでいてもよい。つまり、空間情報管理部A0201は外部のシステム又はサーバと通信し、空間情報及びリスナの位置を取得して

もよい。また、空間情報管理部A0201が外部のシステムからクロック同期情報を取得し、レンダリング部A0203のクロックと同期する処理を実行してもよい。なお、上記の説明における空間は、仮想的に形成された空間、つまりVR空間であってもよいし、実空間（つまりは現実空間）又は実空間に対応する仮想空間、つまりAR空間又はMR（Mixed Reality）空間であってもよい。また、仮想空間は音場又は音空間と呼ばれてもよい。また、上記の説明における位置を示す情報は、空間内における位置を示す座標値などの情報であってもよいし、所定の基準位置に対する相対位置を示す情報であってもよいし、空間内の位置の動き又は加速度を示す情報であってもよい。

[0194] 音声データデコーダA0202は、入力データA0113に含まれる符号化音声データを復号して、音声信号を取得する。

[0195] 立体音響再生システムA0000が取得する符号化音声データは、例えば、MPEG-H 3D Audio（ISO/IEC 23008-3）等の所定の形式で符号化されたビットストリームである。なお、MPEG-H 3D Audioはあくまでビットストリームに含まれる符号化音声データを生成する際に利用可能な符号化方式の一例であり、他の符号化方式で符号化されたビットストリームと符号化音声データとして含んでもよい。例えば、用いられる符号化方式は、MP3（MPEG-1 Audio Layer-3）、AAC（Advanced Audio Coding）、WMA（Windows Media Audio）、AC3（Audio Codec-3）、Vorbisなどの非可逆コーデックであってもよいし、ALAC（Apple Lossless Audio Codec）、FLAC（Free Lossless Audio Codec）などの可逆コーデックであってもよいし、上記以外の任意の符号化方式が用いられてもよい。例えば、PCM（pulse code modulation）データが符号化音声データの一種であるとしてもよい。この場合、復号処理は、例えば、当該PCMデータの量子化ビット数がNである場合、N

ビットの二進数を、レンダリング部A0203が処理できる数形式（例えば浮動小数点形式）に変換する処理としてもよい。

[0196] レンダリング部A0203は、音声信号と空間情報とを入力とし、空間情報を用いて音声信号に音響処理を施して、音響処理後の音声信号A0111を出力する。

[0197] 空間情報管理部A0201は、レンダリングを開始する前に、入力信号のメタデータを読み込み、空間情報で規定されたオブジェクト又は音などのレンダリングアイテムを検出し、レンダリング部A0203に送信する。レンダリング開始後、空間情報管理部A0201は、空間情報及びリスナの位置の経時的な変化を把握し、空間情報を更新して管理する。そして、空間情報管理部A0201は、更新された空間情報をレンダリング部A0203に送信する。レンダリング部A0203は入力データに含まれる音声信号と、空間情報管理部A0201から受信した空間情報とに基づいて音響処理を付加した音声信号を生成し出力する。

[0198] 空間情報の更新処理と、音響処理を付加した音声信号の出力処理とが同じスレッドで実行されてもよいし、空間情報管理部A0201とレンダリング部A0203とはそれぞれ独立したスレッドに配分してもよい。空間情報の更新処理と、音響処理を付加した音声信号の出力処理とが異なるスレッドで処理される場合、スレッドの起動頻度が個々に設定されてもよいし、平行して処理が実行されてもよい。

[0199] 空間情報管理部A0201とレンダリング部A0203とが異なる独立したスレッドで処理を実行することで、レンダリング部A0203に優先的に演算資源を割り当てることができるので、僅かな遅延も許容できないような出音処理の場合、例えば、1サンプル（0.02 msec）でも遅延した場合にプチっというノイズが発生するような出音処理であっても安全に実施することができる。その際、空間情報管理部A0201には演算資源の割り当てが制限される。しかし、空間情報の更新は、音声信号の出力処理と比較して、低頻度の処理（例えば、受聴者の顔の向き of 更新のような処理）である

。このため、音声信号の出力処理のように必ずしも瞬間的に応答しなければならないというものではないので、演算資源の割り当てを制限しても受聴者の与える音響的な品質に大きな影響はない。

[0200] 空間情報の更新は、予め設定された時間又は期間ごとに定期的に行われてもよいし、予め設定された条件が満たされた場合に実行されてもよい。また、空間情報の更新は、リスナ又は音空間の管理者によって手動で行われてもよいし、外部システムの変化をトリガとして実行されてもよい。例えば、受聴者がコントローラーを操作して、自身のアバターの立ち位置を瞬間的にワープしたり、時刻を瞬時に進めたり戻したり、或いは、仮想空間の管理者が、突如、場の環境を変更するような演出を施したりした場合、空間情報管理部A0201が配置されたスレッドは、定期的な起動に加えて、単発的な割り込み処理として起動されてもよい。

[0201] 空間情報の更新処理を実行する情報更新スレッドが担う役割は、例えば、受聴者が装着しているVRゴーグルの位置又は向きに基づいて、仮想空間内に配置された受聴者のアバターの位置又は向きを更新する処理、及び、仮想空間内を移動している物体の位置の更新などであり、数10Hz程度の比較的低頻度で起動する処理スレッド内で賄われるものである。そのような、発生頻度の低い処理スレッドで直接音の性質を反映させる処理が行われるようにしてもよい。それは、オーディオ出力のためのオーディオ処理フレームの発生頻度より直接音の性質が変動する頻度が低いためである。むしろそうすることで、当該処理の演算負荷を相対的に小さくすることができるし、不必要に速い頻度で情報を更新するとパルシブなノイズが発生するリスクが生じるので、そのリスクを回避することもできる。

[0202] 図5Hは、図5D又は図5FにおけるデコーダA0112の別の一例であるデコーダA0210の構成を示す機能ブロック図である。

[0203] 図5Hは、入力データA0113が、符号化音声データではなく符号化されていない音声信号を含んでいる点で図5Gと異なる。入力データA0113は、メタデータを含むビットストリームと音声信号を含む。

[0204] 空間情報管理部A0211は、図5Gの空間情報管理部A0201と同じであるため説明を省略する。

[0205] レンダリング部A0213は、図5Gのレンダリング部A0203と同じであるため説明を省略する。

[0206] なお、上記説明では図5Hの構成がデコーダと呼ばれているが、音響処理を実施する音響処理部と呼ばれてもよい。また、音響処理部を含む装置が復号装置ではなく音響処理装置と呼ばれてもよい。また、音響信号処理装置A0001が音響処理装置と呼ばれてもよい。

[0207] (音響信号処理装置の物理的構成)

図5Iは、音響信号処理装置の物理的構成の一例を示す図である。なお、図5Iの音響信号処理装置は、復号装置であってもよい。また、ここで説明する構成の一部は音声提示装置A0002に備えられていてもよい。また、図5Iに示される音響信号処理装置は、上記の音響信号処理装置A0001の一例である。

[0208] 図5Iの音響信号処理装置は、プロセッサと、メモリと、通信IFと、センサと、スピーカとを備える。

[0209] プロセッサは、例えば、CPU (Central Processing Unit) 又はDSP (Digital Signal Processor) 又はGPU (Graphics Processing Unit) であり、当該CPU又はDSP又はGPUがメモリに記憶されたプログラム実行することで本開示の音響処理又はデコード処理を実施してもよい。また、プロセッサは、本開示の音響処理を含む音声信号に対する信号処理を行う専用回路であってもよい。

[0210] メモリは、例えば、RAM (Random Access Memory) 又はROM (Read Only Memory) で構成される。メモリは、ハードディスクなどの磁気記憶媒体又はSSD (Solid State Drive) などの半導体メモリなどを含んでいてもよい。また、CPU又はGPUに組み込まれた内部メモリを含めてメモリと呼ばれてもよい。

- [0211] 通信 I F (I n t e r F a c e) は、例えば、B l u e t o o t h (登録商標) 又は W I G I G (登録商標) などの通信方式に対応した通信モジュールである。図 5 I に示される音響信号処理装置は、通信 I F を介して他の通信装置と通信を行う機能を有し、復号対象のビットストリームを取得する。取得したビットストリームは、例えば、メモリに格納される。
- [0212] 通信モジュールは、例えば、通信方式に対応した信号処理回路とアンテナとで構成される。上記の例では、通信方式として B l u e t o o t h (登録商標) 又は W I G I G (登録商標) を例に挙げたが、L T E (L o n g T e r m E v o l u t i o n) 、 N R (N e w R a d i o) 、又は W i - F i (登録商標) などの通信方式に対応していてもよい。また、通信 I F は、上記のような無線通信方式ではなく、E t h e r n e t (登録商標) 、U S B (U n i v e r s a l S e r i a l B u s) 、H D M I (登録商標) (H i g h - D e f i n i t i o n M u l t i m e d i a I n t e r f a c e) などの有線の通信方式であってもよい。
- [0213] センサは、リスナの位置又は向きを推定するためのセンシングを行う。具体的には、センサは、リスナの頭部など身体の一部又は全体の位置、向き、動き、速度、角速度、又は加速度などのうちいずれか一つ又は複数の検出結果に基づいてリスナの位置及び／又は向きを推定し、リスナの位置及び／又は向きを示す位置情報を生成する。なお、位置情報は実空間におけるリスナの位置及び／又は向きを示す情報であってもよいし、所定の時点におけるリスナの位置及び／又は向きを基準としたリスナの位置及び／又は向きの変位を示す情報であってもよい。また、位置情報は、立体音響再生システム又はセンサを備える外部装置との相対的な位置及び／又は向きを示す情報であってもよい。
- [0214] センサは、例えば、カメラなどの撮像装置又は L i D A R (L i g h t D e t e c t i o n A n d R a n g i n g) などの測距装置であってもよく、リスナの頭部の動きを撮像し、撮像された画像を処理することでリスナの頭部の動きを検知してもよい。また、センサとして例えばミリ波などの

任意の周波数帯域の無線を用いて位置推定を行う装置を用いてもよい。

- [0215] なお、図51に示される音響信号処理装置は、センサを備える外部の機器から通信IFを介して位置情報を取得してもよい。この場合、音響信号処理装置はセンサを含んでいなくてもよい。ここで、外部の機器とは、例えば図5Bで説明した音声提示装置A0002又は、リスナの頭部に装着される立体映像再生装置などである。このときセンサは、例えば、ジャイロセンサ及び加速度センサなど各種のセンサを組み合わせる構成される。
- [0216] センサは、例えば、リスナの頭部の動きの速度として、音空間内で互いに直交する3軸の少なくとも1つを回転軸とする回転の角速度を検知してもよいし、上記3軸の少なくとも1つを変位方向とする変位の加速度を検知してもよい。
- [0217] センサは、例えば、リスナの頭部の動きの量として、音空間内で互いに直交する3軸の少なくとも1つを回転軸とする回転量を検知してもよいし、上記3軸の少なくとも1つを変位方向とする変位量を検知してもよい。具体的には、センサは、リスナの位置として6DoF（位置（x、y、z）及び角度（yaw、pitch、roll））を検知する。センサは、ジャイロセンサ及び加速度センサなど動きの検知に使用される各種のセンサを組み合わせる構成される。
- [0218] なお、センサは、リスナの位置を検出できればよく、カメラ又はGPS（Global Positioning System）受信機などにより実現されてもよい。LiDAR（Laser Imaging Detection and Ranging）等を用いて自己位置推定を実施して得られた位置情報を用いてもよい。例えば、センサは、音声信号再生システムがスマートフォンにより実現される場合には、スマートフォンに内蔵される。
- [0219] また、センサには、図51に示される音響信号処理装置の温度を検出する熱電対などの温度センサ、及び、音響信号処理装置が備える、又は音響信号処理装置と接続されたバッテリーの残量を検出するセンサなどが含まれていて

もよい。

[0220] スピーカは、例えば、振動板と、マグネット又はボイスコイル等の駆動機構とアンプとを有し、音響処理後の音声信号を音としてリスナに提示する。スピーカは、アンプを介して増幅させた音声信号（より具体的には、音の波形を示す波形信号）に応じて駆動機構を動作させ、駆動機構によって振動板を振動させる。このようにして、音声信号に応じて振動する振動板は、音波を発生させ、音波が空気を伝搬してリスナの耳に伝達し、リスナが音を知覚する。

[0221] なお、ここでは図5 I に示される音響信号処理装置がスピーカを備え、当該スピーカを介して音響処理後の音声信号を提示する場合を例に挙げて説明したが、音声信号の提示手段は上記の構成に限定されない。例えば、通信モジュールで接続された外部の音声提示装置 A 0 0 0 2 に音響処理後の音声信号が出力されてもよい。通信モジュールで行う通信は有線でも無線でもよい。また別の例として、図5 I に示される音響信号処理装置が音声のアナログ信号を出力する端子を備え、端子にイヤホンなどのケーブルを接続してイヤホンなどから音声信号を提示してもよい。上記の場合、音声提示装置 A 0 0 0 2 であるリスナの頭部又は体の一部に装着されるヘッドフォン、イヤホン、ヘッドマウントディスプレイ、ネックスピーカー、ウェアラブルスピーカー、又は固定された複数のスピーカで構成されたサラウンドスピーカーなどが音声信号を再生する。

[0222] （符号化装置の物理的構成）

図5 J は、符号化装置の物理的構成の一例を示す図である。また、図5 J に示される符号化装置は、上記の符号化装置 A 0 1 0 0 及び A 0 1 2 0 などの一例である。

[0223] 図5 J の符号化装置は、プロセッサと、メモリと、通信 I F とを備える。

[0224] プロセッサは、例えば、CPU (Central Processing Unit) 又は DSP (Digital Signal Processor) であり、当該 CPU 又は GPU がメモリに記憶されたプログラム実行す

ることで本開示の符号化処理を実施してもよい。また、プロセッサは、本開示の符号化処理を含む音声信号に対する信号処理を行う専用回路であってもよい。

[0225] メモリは、例えば、RAM (Random Access Memory) 又はROM (Read Only Memory) で構成される。メモリは、ハードディスクなどの磁気記憶媒体又はSSD (Solid State Drive) などの半導体メモリなどを含んでいてもよい。また、CPU又はGPUに組み込まれた内部メモリを含めてメモリと呼ばれてもよい。

[0226] 通信IF (Interface) は、例えば、Bluetooth (登録商標) 又はWIFI (登録商標) などの通信方式に対応した通信モジュールである。符号化装置は、通信IFを介して他の通信装置と通信を行う機能を有し、符号化されたビットストリームを送信する。

[0227] 通信モジュールは、例えば、通信方式に対応した信号処理回路とアンテナとで構成される。上記の例では、通信方式としてBluetooth (登録商標) 又はWIFI (登録商標) を例に挙げたが、LTE (Long Term Evolution)、NR (New Radio)、又はWiFi (登録商標) などの通信方式に対応していてもよい。また、通信IFは、上記のような無線通信方式ではなく、Ethernet (登録商標)、USB (Universal Serial Bus)、HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface) などの有線の通信方式であってもよい。

[0228] [構成]

まず、実施の形態に係る音響信号処理装置100の構成について説明する。図6は、本実施の形態に係る音響信号処理装置100の機能構成を示すブロック図である。

[0229] 本実施の形態に係る音響信号処理装置100は、仮想空間 (音再生空間) におけるオブジェクトに起因する第1音を示す第1音データを処理して出力するための装置である。本実施の形態に係る音響信号処理装置100は、一

例として仮想現実又は拡張現実（VR／AR）などの仮想空間における様々なアプリケーションに応用される装置である。

[0230] 仮想空間におけるオブジェクトは、当該仮想空間内で実行されるコンテンツ（ここでは一例として映像）を表示する表示部30に表示される当該コンテンツに含まれるものであれば、特に限定されない。当該オブジェクトは、移動体であり、例えば、動植物、人工物又は自然物などを示すオブジェクトを含む。人工物を示すオブジェクトの例として、車両、自転車及び航空機などが挙げられる。また、人工物を示すオブジェクトの例として、野球用のバット及びテニス用のラケットなどのスポーツ用品と、机、椅子、扇風機及び柱時計などの家具と、集合住宅及び商業施設などの建築物と、などが挙げられる。なお、オブジェクトは、一例としては、当該コンテンツ内にて移動し得るもの、及び、移動され得るもののうち少なくとも一方であるとよいがこれに限られない。なお、図3及び図4Aが示す扇風機Fが床に設置され、扇風機F自体が移動しなくても、扇風機Fの羽根が移動（回転）する。このような扇風機Fも、当該オブジェクトに含まれる。

[0231] 第1音は、オブジェクトに起因する音である。例えば、第1音は、オブジェクトが発生させる音である。第1音は、より具体的には、以下の通りである。

[0232] 本実施の形態に係る第1音の一例は、仮想空間内において、オブジェクトの移動にともない生じる空力音（風切り音）であり、第1空力音である。風切り音は、風Wがオブジェクトに衝突することによって生じる空気の渦列を示す音である。

[0233] 本実施の形態に係る第1音の一例は、仮想空間内において、オブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）である。第2空力音は、オブジェクトである扇風機Fによる風Wが受聴者Lに達した場合に、例えば受聴者Lの耳の形状に応じて生じる音である。より具体的には、第2空力音とは、当該オブジェクトの移動による空気の移動によって生じる風Wに起因する音である。

- [0234] 音響信号処理装置100は、仮想空間における第1音を示す第1音データを生成して、ヘッドフォン20に出力する。
- [0235] 次に、ヘッドフォン20について説明する。
- [0236] ヘッドフォン20は、第1音を再生する装置であり、音声出力装置である。より具体的には、ヘッドフォン20は、音響信号処理装置100によって出力された第1音データに基づいて、第1音を再生する。これにより受聴者Lは、第1音を受聴することができる。なお、ヘッドフォン20にかえて、スピーカなど他の出力チャンネルが用いられてもよい。
- [0237] 図6が示すように、ヘッドフォン20は、頭部センサ部21と、出力部22とを備える。
- [0238] 頭部センサ部21は、仮想空間における水平面の座標及び垂直方向の高さで定められる受聴者Lの位置をセンシングして、仮想空間における第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を音響信号処理装置100に出力する。
- [0239] 頭部センサ部21は、受聴者Lの頭部の6DoF (Degrees of Freedom) の情報をセンシングするとよい。例えば、頭部センサ部21は、慣性測定ユニット (IMU: Inertial Measurement Unit)、加速度計、ジャイロ스코プ、磁気センサ又はこれらの組合せであるとよい。
- [0240] 出力部22は、音再生空間において受聴者Lに到達する音を再生する装置である。より具体的には、出力部22は、音響信号処理装置100によって処理されかつ音響信号処理装置100から出力された上記第1音を示す第1音データに基づいて、上記第1音を再生する。
- [0241] 続いて、表示部30について説明する。
- [0242] 表示部30は、仮想空間におけるオブジェクトを含むコンテンツ（映像）を表示する表示装置である。表示部30がコンテンツを表示するための処理については、後述する。表示部30は、例えば、液晶パネル又は有機EL (Electro Luminescence) パネルなどの表示パネルによって実現される。

- [0243] さらに、図6が示す音響信号処理装置100について説明する。
- [0244] 図6が示すように、音響信号処理装置100は、第1取得部110と、第1算出部120と、決定部130と、第1処理部140と、第1出力部150と、第1受付部160と、記憶部170とを備える。
- [0245] 第1取得部110は、オブジェクト情報及び第2位置情報を取得する。オブジェクト情報は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報と、オブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと、第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含む情報であり、つまりは、オブジェクトに関する情報である。なお、オブジェクト情報には、オブジェクトの形状を示す形状情報が含まれていてもよい。第2位置情報とは、上記の通り、仮想空間における受聴者Lの位置を示す情報である。第1取得部110は、例えば入力信号から、オブジェクト情報及び第2位置情報を取得してもよいし、それ以外からオブジェクト情報及び第2位置情報を取得してもよい。入力信号については、下記で説明する。
- [0246] 入力信号は、例えば、空間情報とセンサ情報と音データ（音声信号）とで構成される。また、上記の情報と音データとは1つの入力信号に含まれていてもよいし、複数の別々の信号に上述の情報と音データとが含まれていてもよい。入力信号は、音データとメタデータ（制御情報）とで構成されるビットストリームを含んでいてもよく、その場合メタデータに空間情報及び音データを識別する情報が含まれていてもよい。
- [0247] 上記で説明した、第1位置情報、第2位置情報、形状情報、及び、可否情報は入力信号に含まれていてもよい。より具体的には、第1情報、形状情報、及び、可否情報は空間情報に含まれていてもよく、第2情報はセンサ情報から取得される情報に基づいて生成されてもよい。センサ情報は、頭部センサ部21から取得されてもよく、他の外部装置から取得されてもよい。
- [0248] 空間情報は、立体音響再生システムが作り出す音空間（三次元音場）に関する情報であって、音空間に含まれるオブジェクトに関する情報とリスナに関する情報とで構成される。オブジェクトには、音を発し音源となる音源オ

ブジェクトと、音を発しない非発音オブジェクトとが存在する。非発音オブジェクトは、音源オブジェクトが発した音を反射する障害物オブジェクトとして機能するが、音源オブジェクトが別の音源オブジェクトが発した音を反射する障害物オブジェクトとして機能する場合もある。障害物オブジェクトは反射オブジェクトと呼ばれてもよい。

[0249] 音源オブジェクトと非発音オブジェクトとに共通して付与される情報として、位置情報、形状情報、及び、オブジェクトが音を反射する際の音量の減衰率などがある。

[0250] 位置情報は、ユークリッド空間の例えばX軸、Y軸、Z軸の3軸の座標値で表されるが、必ずしも三次元情報でなくてもよい。位置情報は、例えば、X軸、Y軸の2軸の座標値で表される二次元情報であってもよい。オブジェクトの位置情報は、メッシュ又はボクセルで表現される形状の代表位置で定められる。

[0251] 形状情報は、表面の素材に関する情報を含んでいてもよい。

[0252] 減衰率は、1以下又は0以上の実数で表現してもよいし、マイナスのデシベル値で表現してもよい。実空間では反射によって音量が増幅することはないため、減衰率はマイナスのデシベル値が設定されるが、例えば、非現実空間の不気味さを演出するために、あえて1以上の減衰率、すなわち、プラスのデシベル値が設定されてもよい。また、減衰率は、複数の周波数帯域を構成する周波数帯域毎に異なる値が設定されてもよいし、周波数帯域毎に独立に値が設定されてもよい。また、減衰率がオブジェクト表面の素材の種類ごとに設定されている場合、表面の素材に関する情報に基づいて対応する減衰率の値が用いられてもよい。

[0253] また、音源オブジェクトと非発音オブジェクトとに共通して付与される情報は、オブジェクトが生物に属するか否かを示す情報又は、オブジェクトが動体であるか否かを示す情報などを含んでいてもよい。オブジェクトが動体である場合、位置情報は時間とともに移動してもよく、変化した位置情報又は変化量がレンダリング部A0203及びA0213に伝送される。

- [0254] 音源オブジェクトに関する情報は、上述した音源オブジェクトと非発音オブジェクトとに共通して付与される情報に加えて、音データと音データを音空間内に放射するために必要な情報とを含む。音データは、音の周波数及び強弱に関する情報などを示す、リスナに知覚される音が表現されたデータである。音データは、典型的にはPCM信号であるが、MP3等の符号化方式を用いて圧縮されたデータであってもよい。その場合は、少なくとも当該信号が生成部（図40で後述する生成部907）に到達するまでに復号化される必要があるため、レンダリング部A0203及びA0213に図示しない復号部を含んでいてもよい。或いは、当該信号は、音声データデコーダA0202で復号化してもよい。
- [0255] 1つの音源オブジェクトに対して少なくとも1つの音データが設定されていればよく、複数の音データが設定されていてもよい。また、それぞれの音データを識別する識別情報が付与され、音源オブジェクトに関する情報として、音データの識別情報がメタデータとして保持されてもよい。
- [0256] 音データを音空間内に放射するために必要な情報として、例えば、音データを再生する際に基準となる基準音量の情報、音源オブジェクトの位置に関する情報、音源オブジェクトの向きに関する情報、及び、音源オブジェクトが発する音の指向性に関する情報などが含まれていてもよい。
- [0257] 基準音量の情報は、例えば、音データを音空間に放射する際の音源位置における音データの振幅値の実効値であって、デシベル（dB）値として浮動小数点で表されてもよい。例えば基準音量が0dBの場合、基準音量の情報は、音データが示す信号レベルの音量を増減させることなくそのままの音量で上記位置に関する情報が指し示す位置から音空間に対して音を放射することを示しているものとしてもよい。基準音量の情報は、-6dBの場合、音データが示す信号レベルの音量を約半分にして上記位置に関する情報が指し示す位置から音空間に対して音を放射することを示しているものとしてもよい。基準音量の情報は、1つの音データに対して又は複数の音データに対してまとめて付与されてもよい。

[0258] 音データを音空間内に放射するために必要な情報に含まれる音量の情報として、例えば、音源の音量の時系列的な変動を示す情報が含まれていてもよい。例えば、音空間が仮想会議室であり、音源が話者である場合、音量は短い時間で断続的に遷移する。それをさらに単純に表現すれば、有音部分と無音部分とが交互に発生する、とも言える。また、音空間がコンサートホールであり、音源が演奏者である場合、音量は一定の時間長維持される。また、音空間が戦場であり、音源が爆発物である場合、爆発音の音量は一瞬だけ大となり以降は無音であり続ける。このように音源の音量の情報は、音の大きさの情報のみならず、音の大きさの遷移の情報を含むものであり、そのような情報を音データの性質を示す情報としてもよい。

[0259] ここで、音の大きさの遷移の情報は、周波数特性を時系列に示したデータであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、有音である区間の継続時間長を示したデータであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、有音である区間の継続時間長と無音である区間の時間長との時系列を示したデータであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、音信号の振幅が定常的であるとみなせる（概ね一定であるとみなせる）継続時間とその間の当該信号の振幅値のデータとを複数組時系列で列挙したデータなどであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、音信号の周波数特性が定常的であるとみなせる継続時間のデータであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、音信号の周波数特性が定常的であるとみなせる継続時間とその間の当該周波数特性のデータとを複数組時系列で列挙したデータなどであってもよい。音の大きさの遷移の情報は、データの形式として例えば、スペクトログラムの概形を示すデータであってもよい。また、上記周波数特性の基準となる音量を上記基準音量としてもよい。基準音量の情報と音データの性質とを示す情報は、リスナに知覚させる直接音又は反射音の音量を算出する他、リスナに知覚させるか否か選択をするための選択処理に用いられてもよい。

[0260] 向きに関する情報は、典型的には、*y a w*、*p i t c h*、*r o l l*で表現される。または、*r o l l*の回転を省略し、アジマス（*y a w*）、エレベー

ション (pitch) で表現してもよい。向き情報は時間とともに変化してもよく、変化した場合、レンダリング部 A0203 及び A0213 に伝送される。

[0261] リスナに関する情報は、音空間におけるリスナの位置情報と向きとに関する情報である。位置情報はユークリッド空間の XYZ 軸の位置で表されるが、必ずしも三次元情報でなくてもよく、二次元情報であってもよい。向きに関する情報は、典型的には、yaw、pitch、roll で表現される。または、向きに関する情報は、roll の回転を省略し、アジマス (yaw)、エレベーション (pitch) で表現してもよい。位置情報と向き情報とは時間とともに変化してもよく、変化した場合、レンダリング部 A0203 及び A0213 に伝送される。

[0262] センサ情報は、リスナが装着するセンサで検知された回転量又は変位量等とリスナの位置及び向きとを含む情報である。センサ情報はレンダリング部 A0203 及び A0213 に伝送され、レンダリング部 A0203 及び A0213 はセンサ情報に基づいてリスナの位置及び向きの情報を更新する。センサ情報は、例えば携帯端末が GPS、カメラ、又は LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) 等を用いて自己位置推定を実施して得られた位置情報が用いられてもよい。またセンサ以外から、通信モジュールを通じて外部から取得した情報がセンサ情報として検出されてもよい。センサから、音響信号処理装置 100 の温度を示す情報、及び、バッテリーの残量を示す情報が、センサ情報として、取得されてもよい。音響信号処理装置 100 又は音声提示装置 A0002 の演算資源 (CPU 能力、メモリ資源、PC 性能) を示す情報などがセンサ情報として、リアルタイムで取得されてもよい。

[0263] 本実施の形態においては、第 1 取得部 110 は、オブジェクト情報を記憶部 170 から取得するがこれに限られず、音響信号処理装置 100 以外の装置 (例えばクラウドサーバなどのサーバ装置 10) から取得してもよい。また、第 1 取得部 110 は、第 2 位置情報をヘッドフォン 20 (より具体的に

は、頭部センサ部 2 1) から取得するがこれに限られない。

[0264] ここで、オブジェクト情報が含む情報を説明する。

[0265] まずは、第 1 位置情報について説明する。

[0266] 上記の通り、仮想空間におけるオブジェクトは、表示部 3 0 に表示されるコンテンツ（映像）に含まれるものであり、当該コンテンツ内にて移動し得るもの、及び、移動され得るもののうち少なくとも一方であるとよい。例えば、仮想空間におけるオブジェクトは、図 1 が示すバット B である。

[0267] 第 1 位置情報は、仮想空間におけるバット B が、ある時点において、仮想空間内のどの位置にあるのかを示す情報である。なお、仮想空間においては、バット B がスイングされることでバット B は移動する可能性がある。このため、第 1 取得部 1 1 0 は、継続的に第 1 位置情報を取得する。第 1 取得部 1 1 0 は、例えば、空間情報管理部 A 0 2 0 1 及び A 0 2 1 1 で実行される空間情報の更新ごとに第 1 位置情報を取得する。

[0268] さらに、第 1 音を示す第 1 音データについて説明する。

[0269] 本明細書で説明される第 1 音データを含む音データは、PCM (P u l s e C o d e M o d u l a t i o n) データのような音信号であってもよく、また、これに限られず、音の性質を示すための情報であればよい。

[0270] 一例として仮に音信号が、音量が X デシベルの雑音信号である場合に、当該音データに係る音データは、当該音信号を示す PCM データそのものであってもよく、成分が雑音信号であることを示す情報及び音量が X デシベルであることを示す情報からなるデータであってもよい。他の一例として仮に音信号が、周波数成分の P e a k / D i p が所定の特性である雑音信号である場合に、当該音データに係る音データは、当該音信号を示す PCM データそのものであってもよく、成分が雑音信号であることを示す情報及び周波数成分の P e a k / D i p を示す情報からなるデータであってもよい。

[0271] なお、本明細書では、音データに基づく音信号とは、当該音データを示す PCM データであることを意味する。

[0272] さらに第 1 識別情報について説明する。

[0273] 第1識別情報は、第1音データに対する処理手段を示す情報である。つまり、本実施の形態においては、第1音データに対する処理手段として、第1処理手段及び第2処理手段が設けられている。第1処理手段及び第2処理手段は、いずれも第1音データが示す第1音の音量の処理をする手段であり、互いに異なる態様で第1音データを処理する。第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が、第1処理手段であること、第2処理手段であること、又は、第1処理手段及び第2処理手段の両方であることを示す情報である。

[0274] 第1識別情報がどのような処理手段を示すかについては、第1識別情報が示すオブジェクトに応じて、予め決定されている。例えば、第1識別情報がどのような処理手段を示すかについては、表示部30に示されるコンテンツ（映像）の作成者などによって、予め定められている。

[0275] 次に、形状情報について説明する。

[0276] 形状情報は、仮想空間におけるオブジェクト（例えばバットB）の形状を示す情報である。形状情報は、オブジェクトの形状を示し、より具体的には、オブジェクトの剛体として三次元形状を示す。オブジェクトの形状は、例えば、球体、直方体、立方体、多面体、円錐、角錐、円柱、角柱など、またこれらの組み合わせなどにより示される。なお、形状情報は、例えばメッシュデータ、又は、例えばボクセル、三次元点群もしくは三次元座標を持つ頂点からなる複数の面の集合として表現されてもよい。

[0277] なお、第1位置情報にはオブジェクトを識別するためのオブジェクト識別情報が含まれ、第1識別情報にもオブジェクトを識別するためのオブジェクト識別情報が含まれ、形状情報にもオブジェクトを識別するためのオブジェクト識別情報が含まれている。

[0278] このため、第1取得部110が第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報を別個で取得したとしても、第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報のそれぞれに含まれるオブジェクト識別情報が参照されることで、第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報

のそれぞれが示すオブジェクトが識別される。例えばここでは、第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報のそれぞれが示すオブジェクトが、同一のバットBであることが容易に識別することができる。つまり、第1取得部110が取得した第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報のそれぞれは、4つのオブジェクト識別情報が参照されることで当該第1位置情報、当該第1音データ、当該第1識別情報及び当該形状情報がバットBに係る情報であることが明らかになる。従って、当該第1位置情報、当該第1音データ、当該第1識別情報及び当該形状情報はバットBについて示す情報として紐づけられる。

[0279] 続いて、第2位置情報について説明する。

[0280] 受聴者Lは、仮想空間において移動し得る。第2位置情報は、仮想空間における受聴者Lが、ある時点において、仮想空間内のどの位置に居るのかを示す情報である。なお、受聴者Lは仮想空間において移動することができるため、第1取得部110は継続的に第2位置情報を取得する。第1取得部110は、例えば、空間情報管理部A0201及びA0211で実行される空間情報の更新ごとに第1位置情報を取得する。

[0281] なお、上記の第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報などは、入力信号に含まれるメタデータ、制御情報又はヘッダ情報に含まれていてもよい。第1音データが音信号（PCMデータ）の場合、音信号を識別する情報がメタデータ、制御情報又はヘッダ情報に含まれていてもよく、音信号はメタデータ、制御情報又はヘッダ情報以外に含まれていてもよい。つまり、音響信号処理装置100（より具体的には、第1取得部110）は、入力信号に含まれるメタデータ、制御情報又はヘッダ情報を取得し、メタデータ、制御情報又はヘッダ情報に基づいて音響処理を行ってもよい。なお、音響信号処理装置100（より具体的には、第1取得部110）は、上記の第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報を取得すればよく、取得先は入力信号に限定されない。第1音データとメタデータは一つの入力信号に格納されていてもよいし、複数の入力信号に別々に格納されていて

もよい。

[0282] また、入力信号に第1音データ以外の音信号がオーディオコンテンツ情報として格納されていてもよい。オーディオコンテンツ情報は、MPEG-H 3D Audio (ISO/IEC 23008-3) (以下、MPEG-H 3D Audioと記載) などの符号化処理が施されているとよい。また、符号化処理に用いる技術はMPEG-H 3D Audioに限られず、公知の他の技術が用いられてもよい。また、上記の第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報などの情報を符号化処理対象としてもよい。

[0283] つまり、音響信号処理装置100は、符号化されたビットストリームに含まれる音信号及びメタデータを取得する。音響信号処理装置100においては、オーディオコンテンツ情報が取得されて復号される。本実施の形態においては、音響信号処理装置100は、復号装置が備えるデコーダとして機能し、より具体的には、当該デコーダが有するレンダリング部A0203及びA0213として機能する。なお、本開示におけるオーディオコンテンツ情報という用語は、技術内容に即して、音信号そのものや、第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報を含む情報として読み替えて解釈するものとする。

[0284] また、第2位置情報も符号化処理が施されているとよい。つまり、第1取得部110は、第2位置情報を取得して復号する。

[0285] 第1取得部110は、取得したオブジェクト情報及び第2位置情報を第1算出部120及び決定部130に出力する。

[0286] 第1算出部120は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（例えばバットB）と受聴者Lとの距離を算出する。上記の通り、第1取得部110は仮想空間における第1位置情報及び第2位置情報を空間情報管理部A0201及びA0211で実行される空間情報の更新ごとに取得している。第1算出部120は、空間情報の更新ごとに取得された複数の

第1位置情報及び複数の第2位置情報に基づいて、仮想空間においてオブジェクトと受聴者Lとの距離を算出する。第1算出部120は、算出されたオブジェクトと受聴者Lとの距離を、決定部130に出力する。

[0287] 決定部130は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1識別情報に基づいて、第1処理手段及び第2処理手段のうち、第1音データを処理する処理手段を決定する。第1処理手段とは、第1算出部120によって算出された距離に応じた音量の処理をする処理手段である。第2処理手段は、第1処理手段とは異なる態様で第1算出部120によって算出された距離に応じた音量の処理をする処理手段である。

[0288] 上記の通り、第1識別情報は第1音データに対する処理手段を示し、決定部130は第1識別情報が示す処理手段に従って、第1音データを処理する処理手段を決定する。例えば、第1識別情報に第1音データに対する処理手段として第1処理手段が示されている場合に、決定部130は第1音データを処理する処理手段が第1処理手段であることを決定する。

[0289] 第1処理部140は、決定部130によって決定された処理手段で第1音データを処理する。例えば、決定部130が、第1音データを処理する処理手段が第1処理手段であることを決定した場合には、第1処理部140は、第1処理手段で第1音データを処理する。

[0290] 第1出力部150は、第1処理部140によって処理された第1音データを出力する。ここでは、第1出力部150は、第1音データをヘッドホン20に出力する。これにより、ヘッドホン20は、出力された第1音データが示す第1音を再生することができる。

[0291] 第1受付部160は、音響信号処理装置100のユーザ（例えば、仮想空間内で実行されるコンテンツの作成者）からの操作を受付ける。第1受付部160は、具体的には、ハードウェアボタンで実現されるが、タッチパネルなどによって実現されてもよい。当該操作は、ファイル名を指定する操作を含んでいてもよく、当該ファイルは、上記の第1位置情報、第1音データ、第1識別情報及び形状情報などを含むオブジェクト情報を所定の規則でフォ

ーマットしたファイルであってもよく、第1受付部160は、当該ファイルをデフォーマットすることで、オブジェクト情報を受け付けるようにしてもよい。これは、第1受付部160に限らず、後述の受付部41、第2受付部51、第3受付部61も同様である。

[0292] 記憶部170は、第1取得部110、第1算出部120、決定部130、第1処理部140、第1出力部150及び第1受付部160が実行するコンピュータプログラムなどと、オブジェクト情報とが記憶される記憶装置である。

[0293] ここで、本実施の形態に係る形状情報について再度説明する。形状情報は、仮想空間におけるオブジェクトの映像の生成のために用いられる情報であってオブジェクト（バットB）の形状を示す情報でもある。つまり、形状情報は、表示部30に表示されるコンテンツ（映像）を生成するためにも用いられる情報である。

[0294] 第1取得部110は、取得した形状情報を表示部30にも出力する。表示部30は、第1取得部110によって出力された形状情報を取得する。表示部30は、さらに、オブジェクト（バットB）の仮想空間における形状以外の属性（色彩など）を示す属性情報を取得する。表示部30は、属性情報を、音響信号処理装置100以外の装置（サーバ装置10）から直接取得してもよく、音響信号処理装置100から取得してもよい。表示部30は、取得した形状情報及び属性情報に基づいて、コンテンツ（映像）を生成して、表示する。

[0295] また、第1処理手段及び第2処理手段について、再度説明する。

[0296] 第1処理手段は、音量が、第1算出部120によって算出された距離が増加するに従って反比例して減衰するように第1音データを処理する処理手段である。

[0297] 当該距離をDとし、第1処理手段によって処理された第1音の音量をV1とすると、V1は、（式1）で示される。

[0298] $V1 \propto (1/D) \cdots (式1)$

[0299] また、第2処理手段は、音量が、第1算出部120によって算出された距離が増加するに従って第1処理手段とは異なる態様で増減するように第1音データを処理する処理手段である。一例として、第2処理手段は、音量が、距離の x 乗（ $x \neq 1$ ）で減衰するように第1音データを処理する処理手段である。このとき、第2処理手段によって処理された第1音の音量を $V2$ とすると、 $V2$ は、（式2）で示される。なお、（式2）における「 $\wedge$ 」はべき乗を求める演算子を表す。

[0300] $V2 \propto (1/D)^x \cdots$ （式2）

[0301] また、本実施の形態においては、第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 x の値を示す情報でもある。より具体的には、第1音がオブジェクトの移動にともない生じる空力音つまりは第1空力音（風切り音）である場合には、第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が第2処理手段であること、及び、上記の x が α であり α が実数であり α が（式3）を満たすことを示す。

[0302] $\alpha > 1 \cdots$ （式3）

[0303] なお、第1受付部160は、音響信号処理装置100のユーザから α の値を指定する操作を受け付ける。これにより、例えば記憶部170に記憶されているオブジェクト情報が含む第1識別情報に示される x が、 α となる。つまりは、第1識別情報に示される x が α となるように更新される。

[0304] さらに、ここでは第1処理手段として（式1）、第2処理手段として（式2）に従い第1音データに対する処理を施すことが説明されているが、それには限定されない。例えば、第1算出部120によって算出された距離である d を引数とする関数 f を用いて、 $V3 = f(d^r)$ （ r は1以上の実数）として算出した $V3$ が音量として用いられても良い。この関数 f には反比例関数のような単調減少関数が用いられることが多いが、実空間でのリアリティと仮想空間での特殊効果（例えば没入感やエンターテインメント性）とのバランスを鑑みて、単調減少関数とは異なる関数が用いられても良い。使用される関数は、システム設計者が事前に設定しておく。また複数の関数を

事前に用意しておき、オブジェクト情報又はオブジェクトの位置、受聴者の状態又は位置といったパラメータを指標にして当該複数の関数が切り替えられて使用されても良い。

[0305] さらに、関数 f を用いる代わりに、距離である d に対する音量 V_4 をテーブルとして持つ構造が用いられても良い。どのようなテーブルにするかは実空間でのリアリティさと仮想空間での特殊効果（例えば没入感やエンターテインメント性）のバランスを鑑みて、システム設計者が自由度高く設計することができる。使用するテーブルは、システム設計者が事前に設定しておく。また複数のテーブルを事前に用意しておき、オブジェクト情報又はオブジェクトの位置、受聴者の状態又は位置といったパラメータを指標にして当該複数の関数が切り替えられて使用されても良い。

[0306] 以下、音響信号処理装置 100 によって行われる音響信号処理方法の動作例 1 について説明する。

[0307] [動作例 1]

図 7 は、本実施の形態に係る音響信号処理装置 100 の動作例 1 のフローチャートである。図 8 は、動作例 1 に係るオブジェクトであるバット B と受聴者 L とを示す図である。

[0308] なお、本動作例においては、第 1 音は、オブジェクトであるバット B に起因する音であって、バット B の移動にともない生じる第 1 空力音（風切り音）である。

[0309] 図 7 が示すように、はじめに、第 1 受付部 160 は、第 1 識別情報に示される x の一例である α の値を指定する操作を受付ける（S10）。このステップ S10 が第 1 受付ステップに相当する。

[0310] これにより、記憶部 170 に記憶されているオブジェクト情報が含む第 1 識別情報に示される x が、 α となる。

[0311] さらに、第 1 取得部 110 は、第 1 位置情報と第 1 音データと第 1 識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、第 2 位置情報を取得する（S20）。このステップ S20 が第 1 取得ステップに相当する。

- [0312] 次に、第1算出部120は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1位置情報、及び、第1取得部110によって取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dを算出する(S30)。つまりここでは、第1算出部120は、バットBと受聴者Lとの距離Dを算出する。このステップS30が第1算出ステップに相当する。
- [0313] 続いて、決定部130は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1識別情報に基づいて、第1処理手段、及び、第2処理手段のうち、第1音データを処理する処理手段を決定する(S40)。このステップS40が決定ステップに相当する。
- [0314] 次に、第1処理部140は、決定部130によって決定された処理手段で第1音データを処理する(S50)。このステップS50が第1処理ステップに相当する。
- [0315] 例えば、ステップS40で処理手段が第1処理手段であると決定された場合には、第1処理部140は、第1処理手段で、第1音データを処理する。また、例えば、ステップS40で処理手段が第2処理手段であると決定された場合には、第1処理部140は、第2処理手段で、第1音データを処理する。ここでは、ステップS40で処理手段が第2処理手段であると決定されており、第2処理手段は、音量が、距離Dの $\times$ 乗で減衰するように第1音データを処理する処理手段であるとして説明する。ステップS10より、 $\times$ が α であるため、このとき、第2処理手段によって処理された第1音の音量を $V2$ とすると、 $V2$ は、(式4)で示される。
- [0316] $V2 \propto (1/D)^{\alpha} \cdots$ (式4)
- [0317] なお例えば、 α は、2である。
- [0318] 第1出力部150は、第1処理部140によって処理された第1音データを出力する(S60)。このステップS60が第1出力ステップに相当する。
- [0319] 本実施の形態においては、第1識別情報に応じて第1音の音量の処理手段が変更されることができ、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は

、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。

[0320] さらに、本実施の形態においては、第1音は、第1空力音（風切り音）である。また、第1識別情報に応じて、音量が距離Dが増加するに従って反比例して減衰するように第1音データを処理する第1処理手段又は音量が距離Dが増加するに従って第1処理手段とは異なる態様で増減するような第2処理手段が用いられる。このため、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（風切り音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（風切り音）により似た音となる。従って、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。

[0321] （実施の形態の変形例1）

以下、実施の形態の変形例1について説明する。以下では、実施の形態との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0322] [構成]

まず、本実施の形態の変形例1に係る音響信号処理装置100aの構成について説明する。図9は、本変形例に係る音響信号処理装置100aの機能構成を示すブロック図である。

[0323] 本変形例に係る音響信号処理装置100aは、受聴者Lに応じたパーソナルスペース、及び、物理的距離だけでは表現できない受聴者Lと他人との距離感を、仮想空間で演出することができる。音響信号処理装置100aは、第1処理部140にかえて第1処理部140aを備える点を除いて、実施の形態に係る音響信号処理装置100と同じ構成を有する。

[0324] 本変形例においては、仮想空間におけるオブジェクトは、受聴者L以外の他人である。図10は、本変形例に係る4人の他人A1～D1と受聴者Lとを示す図である。図10においては、4人の他人A1～D1のそれぞれが、パーソナルスペースの密接距離、個体距離、社会距離及び公衆距離の4つのカテゴリーのそれぞれに分類される。

- [0325] 例えば、受聴者Lとの親しさの度合いは、他人A 1、他人B 1、他人C 1及び他人D 1の順に低くなるとする。そして、受聴者Lは、他人A 1が密接距離まで近づくことを許容でき、他人B 1が個体距離まで近づくことを許容でき、他人C 1が社会距離まで近づくことを許容でき、他人D 1が公衆距離まで近づくことを許容できる。
- [0326] そして、本変形例においては、オブジェクトが他人A 1である場合には、第1音は他人A 1の声である。同様に、オブジェクトが他人B 1である場合には、第1音は他人B 1の声であり、オブジェクトが他人C 1である場合には、第1音は他人C 1の声であり、オブジェクトが他人D 1である場合には、第1音は他人D 1の声である。
- [0327] 音響信号処理装置100aが備える第1取得部110は、オブジェクトに該当する他人に対応するオブジェクト情報及び第2位置情報を取得する。4人の他人A 1～D 1のそれぞれに対応するオブジェクト情報があり、他人A 1に対応するオブジェクト情報をオブジェクト情報A 1と記載する場合がある。同様に、他人B 1に対応するオブジェクト情報をオブジェクト情報B 1、他人C 1に対応するオブジェクト情報をオブジェクト情報C 1、他人D 1に対応するオブジェクト情報をオブジェクト情報D 1と記載する場合がある。なお、オブジェクト情報A 1～D 1のそれぞれを識別する必要が無い場合には、単にオブジェクト情報と記載する場合がある。
- [0328] 本変形例に係る第1処理部140aは、決定部130によって決定された処理手段で第1音データを処理する。ここで、第1処理部140aが行う第1例、第2例及び第3例の処理方法について説明する。
- [0329] <第1例>
まずは第1例の処理方法について説明する。
- [0330] 第1例では、本変形例に係る第2処理手段は、第1算出部120によって算出された距離Dが所定の閾値以内である場合に、音量が所定の値となるように第1音データを処理する処理手段である。この所定の閾値は、パーソナルスペースに応じた値である。

- [0331] つまり、第2処理手段は、距離Dに応じて、受聴者Lが受聴する音量が所定の値となるように、第1音データを処理する。所定の値は、例えばより大きな音量を示すV_Hという値と当該V_Hより小さな音量を示すV_Lという値とを示す。より具体的には、V_Hは、他人が受聴者Lに近づいたことが受聴者Lにとって疎ましく感じる程度に大きい音量であり、V_Lは、他人が受聴者Lに近づいたことを受聴者Lが感じる程度の音量である。
- [0332] まずは、本変形例において、オブジェクトが他人A1などの密接距離のカテゴリに分類される他人である場合の第2処理手段について説明する。受聴者Lは、他人A1と親しく、密接距離（45cm以下）まで近づくことを許容する。従って、第2処理手段は、他人A1の声の音量が距離Dが45cm以下であればV_Lとなるように、かつ、距離Dが45cmよりも大きければ距離Dが増加するに従って減衰するように第1音データを処理する処理手段である。
- [0333] 続いて、オブジェクトが他人B1などの個体距離のカテゴリに分類される他人である場合の第2処理手段について説明する。受聴者Lは、他人B1と少し親しく、個体距離（45cmより大きく120cm以下）まで近づくことを許容する。従って、第2処理手段は、他人B1の声の音量が距離Dが45cm以下であればV_Hとなるように、かつ、距離Dが45cmより大きく120cm以下であればV_Lとなるように、かつ、距離Dが120cmよりも大きければ距離Dが増加するに従って減衰するように第1音データを処理する処理手段である。
- [0334] 次に、オブジェクトが他人C1などの社会距離のカテゴリに分類される他人である場合の第2処理手段について説明する。受聴者Lは、他人C1と少し親しくなく、社会距離（120cmより大きく350cm以下）まで近づくことを許容する。従って、第2処理手段は、他人C1の声の音量が距離Dが120cm以下であればV_Hとなるように、かつ、距離Dが120cmより大きく350cm以下であればV_Lとなるように、かつ、距離Dが350cmよりも大きければ距離Dが増加するに従って減衰するように第1音デ

ータを処理する処理手段である。

[0335] 次に、オブジェクトが他人D 1などの公衆距離のカテゴリーに分類される他人である場合の第2処理手段について説明する。受聴者Lは、他人D 1と親しくなく、公衆距離（350cm）まで近づくことを許容する。従って、第2処理手段は、他人D 1の声の音量が距離Dが350cm以下であればVHとなるように、かつ、距離Dが350cmよりも大きければ距離Dが増加するに従って減衰するように第1音データを処理する処理手段である。

[0336] なお、他人A 1～D 1のそれぞれがパーソナルスペースのどのカテゴリーに分類されるかは、対応するオブジェクト情報A 1～D 1に含まれる第1識別情報に示されているとよい。

[0337] また、上記の通り、所定の閾値はパーソナルスペースに応じた値であるが、例えば、第1受付部160が、ユーザから所定の閾値が第1指定値であることを指定する操作を受け、受け付けられた操作が指定する第1指定値が所定の閾値となってもよい。

[0338] <第2例>

続いて第2例の処理方法について説明する。

[0339] 第2例では、第1処理部140aの処理が行われる前に、決定部130が、第1取得部110によって取得された第1識別情報に基づいて、第1処理手段を実行するか否かを決定し、かつ、第1処理手段が実行されるか否かに関わらず、第2処理手段を実行することを決定する。なお、第2例では、第1識別情報は、第1処理手段を実行するか否かを示す情報であり、第2処理手段を実行するか否かを示さない情報である。

[0340] つまり第1処理部140aは、決定部130によって第1処理手段を実行することが決定された場合には第1音データに対し第1処理手段を実行し、決定部130によって第1処理手段を実行しないことが決定された場合には第1音データに対し第1処理手段を実行しない。そしてさらに、第1音データに対して第1処理手段が実行されたか否かに関わらず、第1処理部140aは、第1音データに対して第2処理手段を実行する。

- [0341] 第2例においても、本変形例に係る第2処理手段は、第1算出部120によって算出された距離Dが所定の閾値以内である場合に、音量が所定の値となるように第1音データを処理する処理手段である。この所定の閾値は、パーソナルスペースに応じた値である。
- [0342] 以下では、第1音データに対して第1処理手段及び第2処理手段の両方が実行される例について説明する。
- [0343] まずは、第1処理手段が実行されることで、オブジェクト（例えば他人B1）と受聴者Lとの距離Dが所定の閾値以内か否かに関わらず、距離Dが増加するに従って反比例して減衰するように第1音データが処理される。そしてさらに、第1処理手段で処理された第1音データに対して、第2処理手段が実行される。第2例に係る第2処理手段は、距離Dが45cmであれば他人B1の声の音量がV_Hとなるように、かつ、距離Dが120cmであれば他人B1の声の音量がV_Lとなるように第1音データを処理する処理手段である。
- [0344] 従って、第1処理手段及び第2処理手段が実行された第1音データは、距離Dが増加するに従って反比例して減衰し、かつ、距離Dが45cmであれば他人B1の声の音量がV_Hであり、かつ、距離Dが120cmであれば他人B1の声の音量がV_Lであることを示す。
- [0345] なお、第2例に係る第2処理手段は、オブジェクトが他人A1である場合には距離Dが45cmであれば他人A1の声の音量がV_Lとなるように、第1音データを処理する処理手段である。
- [0346] また、第2例に係る第2処理手段は、オブジェクトが他人C1である場合には距離Dが120cmであれば他人C1の声の音量がV_Hとなるように、かつ、距離Dが350cmであれば他人C1の声の音量がV_Lとなるように、第1音データを処理する処理手段である。
- [0347] また、第2例に係る第2処理手段は、オブジェクトが他人D1である場合には距離Dが350cmであれば他人D1の声の音量がV_Hとなるように、第1音データを処理する処理手段である。

[0348] <第3例>

続いて第3例の処理方法について説明する。

[0349] 第3例では、本変形例に係る第2処理手段は、音量が、距離Dの x 乗（ $x \neq 1$ ）で減衰するように第1音データを処理する処理手段である。そして、受聴者Lと他人との親しさの程度が高いほど、当該他人に係る x の値が小さくなる。

[0350] 例えば、オブジェクトが他人A1などの密接距離のカテゴリーに分類される他人である場合には、 x の値は0.9であり、オブジェクトが他人B1などの個体距離のカテゴリーに分類される他人である場合には、 x の値は、1.5である。また例えば、オブジェクトが他人C1などの社会距離のカテゴリーに分類される他人である場合には、 x の値は2.0であり、オブジェクトが他人D1などの公衆距離のカテゴリーに分類される他人である場合には、 x の値は、3.0である。

[0351] 上記の第1例から第3例は、いずれも、親密でない他人が近づいてきた場合、それを疎ましく感じる様な大きな音量の声となるように、各種変数が設定されているが、逆に、疎ましい声は聴きたくないのだから、小さな音量となるように設定してもよい。つまり、第1処理手段は物理的な現象を再現することを意図しているのに対し、第2処理手段は、物理的な距離では表現できない心理的な距離による音量の増減を演出するために用いられてもよい。

[0352] 以下、音響信号処理装置100aによって行われる音響信号処理方法の動作例2について説明する。

[0353] [動作例2]

図11は、本変形例に係る音響信号処理装置100aの動作例2のフローチャートである。

[0354] 図11が示すように、はじめに、第1受付部160は、ユーザから所定の閾値が第1指定値であることを指定する操作を受付ける（S11）。一例として所定の閾値はパーソナルスペースに応じた値である。なお、上記の第3例の場合には、このステップS11が行われなくてもよい。

- [0355] さらに、第1取得部110は、第1位置情報と第1音データと第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、第2位置情報を取得する(S20)。ステップS20で取得されるオブジェクト情報は、4つのオブジェクト情報A1～D1のうち少なくとも1つである。
- [0356] 次に、第1算出部120は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1位置情報、及び、第1取得部110によって取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト(他人)と受聴者Lとの距離Dを算出する(S30)。
- [0357] 続いて、決定部130は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1識別情報に基づいて、第1処理手段、及び、第2処理手段のうち、第1音データを処理する処理手段を決定する(S40)。
- [0358] 次に、第1処理部140aは、決定部130によって決定された処理手段で第1音データを処理する(S50)。上記説明の通り、第1例～第3例のいずれかの方法が用いられて、第1音データが処理される。
- [0359] 第1出力部150は、第1処理部140aによって処理された第1音データを出力する(S60)。
- [0360] 例えば本変形例においては、受聴者Lと親しくない他人D1が350cmまで近づいた場合には、受聴者Lは、疎ましく感じるVHの音量の他人D1の声を受聴することとなる。一方で、受聴者Lと親しい他人A1が45cmまで近づいた場合には、受聴者Lは、近づいたことを感じるVLの音量の他人A1の声を受聴することとなる。つまり、親しくない他人D1の声は疎ましい程度に、親しい他人A1の声は聞こえる程度に、音量が制御される。このため、本変形例においては、受聴者Lに応じたパーソナルスペース、及び、物理的距離だけでは表現できない受聴者Lと他人との距離感を、仮想空間で演出することができる。
- [0361] 以上まとめると、本変形例においては、第1処理ステップでは、距離Dが所定の閾値以内である場合に、音量が、所定の値となるように第1音データを処理する第2処理手段を用いることができる。さらに、第1処理ステップ

では、パーソナルスペースに応じた値である所定の閾値を用いて、第1音データを処理することができる。従って、本変形例に係る音響信号処理装置100aは、オブジェクトである他人ごとに所定の値が異なる第2処理手段を実行することで、受聴者Lに応じたパーソナルスペース、及び、物理的距離だけでは表現できない受聴者Lと他人との距離感を、仮想空間で演出することができる。

[0362] (実施の形態の変形例2)

以下、実施の形態の変形例2について説明する。以下では、実施の形態との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0363] [構成]

まず、本実施の形態の変形例2に係る音響信号処理装置100bの構成について説明する。図12は、本変形例に係る音響信号処理装置100bの機能構成を示すブロック図である。

[0364] 本変形例に係る音響信号処理装置100bは、複数の音データを処理することができる。音響信号処理装置100bは、第1処理部140にかえて第1処理部140bを備える点を除いて、実施の形態に係る音響信号処理装置100と同じ構成を有する。

[0365] 図13は、本変形例に係るオブジェクト及び複数の音を示す図である。本変形例においては、仮想空間におけるオブジェクトは、救急車Aである。複数の音は、3つの音を含み、より具体的には、2つの第1音と1つの第2音を含む。

[0366] 2つの第1音及び1つの第2音は、オブジェクトである救急車Aに起因する音である。2つの第1音を識別のため、第1音A2及び第1音B2と記載する。

[0367] 第1音A2は、オブジェクト（救急車A）の移動にともない生じる空力音（第1空力音）であり、つまりは、風切り音である。第1音B2は、オブジェクト（救急車A）から放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音、つまりは、第2空力音である。つまり、オブジェクトから放射

された風Wとは、図13が示すように、移動体などのオブジェクト（救急車A）が移動したことにより巻き起こる風も含む。

[0368] 第2音は、2つの第1音とは異なる音であり、より具体的には、救急車Aから発されるサイレン音である。このように、救急車Aは、風切り音（第1空力音）、第2空力音及びサイレン音を含む複数の音を発生させるオブジェクトである。

[0369] 本変形例においては、第1取得部110が取得するオブジェクト情報は、第1位置情報と、第1音を示す第1音データと、第1識別情報と、第2音を示す第2音データと、第2音データに対する処理手段を示す第2識別情報とを含む。なお、第1音データは、第1音A2を示す第1音データA2及び第1音B2を示す第1音データB2を含む。また、第1識別情報は、第1音データA2に対する処理手段を示す第1識別情報A2及び第1音データB2に対する処理手段を示す第1識別情報B2を含む。

[0370] また、本変形例に係るオブジェクト情報においては、第1位置情報が示すオブジェクト（救急車A）の位置に、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音B2（第2空力音）を示す第1音データB2が関連付けられている。さらに言えば、現実空間においては、第2空力音は、受聴者Lの耳で発生するが、ここでは仮想空間における救急車Aの位置が音源の位置であるかのように取り扱われる。

[0371] つまり、救急車Aは、第1音データ及び第2音データ（ここでは2つの音データ）を含む複数の音データと関連付けられるオブジェクトである。

[0372] 本変形例においては、決定部130は、第1識別情報A2に基づいて第1音データA2を処理する処理手段を決定し、第1識別情報B2に基づいて第1音データB2を処理する処理手段を決定し、第2識別情報に基づいて第2音データを処理する処理手段を決定する。

[0373] 本変形例においては、第1処理部140bは、第1識別情報A2に基づいて決定された処理手段で第1音データA2を処理し、第1識別情報B2に基づいて決定された処理手段で第1音データB2を処理し、第2識別情報に基

づいて決定された処理手段で第2音データを処理する。

[0374] また、実施の形態と同じく、第2処理手段は、音量が、距離Dの $\times$ 乗（ $\times \neq 1$ ）で減衰するように第1音データを処理する処理手段である。そして、第1音A2は第1空力音であることから、第1識別情報A2は、第1音データA2に対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 $\times$ が α であり α が実数であり α が（式5）を満たすことを示す。

[0375] $\alpha > 1 \cdots$ （式5）

[0376] また、第1音B2が第2空力音であることから、第1識別情報B2は、第1音データB2に対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 $\times$ が β であり β が実数であり β が（式6）を満たすことを示す。

[0377] $\beta > 2 \cdots$ （式6）

[0378] なお、 α 及び β は、（式7）を満たす。

[0379] $\alpha < \beta \cdots$ （式7）

[0380] 例えば、 α は2であり、 β は2.5である。

[0381] なお、この第1音B2について更に記載する。上記の通り、オブジェクト情報においては、オブジェクト（救急車A）の位置に第1音B2（第2空力音）を示す第1音データB2が関連付けられている。このため、第1処理部140bは、距離Dが増加するほど第1音B2の音量が減衰するように第1音データB2を処理することで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音B2（第2空力音）を、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音B2（第2空力音）に似た音とすることができる。

[0382] 以下、音響信号処理装置100bによって行われる音響信号処理方法の動作例3について説明する。

[0383] [動作例3]

図14は、本変形例に係る音響信号処理装置100bの動作例3のフローチャートである。

[0384] 図14が示すように、はじめに、第1受付部160は、第1識別情報A2に示される $\times$ の一例である α の値を指定する操作と、第1識別情報B2に示

される x の一例である β の値を指定する操作とを受付ける（S10b）。このステップS10bが第1受付ステップに相当する。

[0385] これにより、記憶部170に記憶されているオブジェクト情報が含む第1識別情報A2に示される x が α となり、第1識別情報B2に示される x が β となる。

[0386] さらに、第1取得部110は、第1位置情報と第1音データA2と第1識別情報A2と第1音データB2と第1識別情報B2と第2音データと第2識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、第2位置情報を取得する（S20b）。このステップS20bが第1取得ステップに相当する。

[0387] 次に、第1算出部120は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1位置情報、及び、第1取得部110によって取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（救急車A）と受聴者Lとの距離Dを算出する（S30）。

[0388] 続いて、決定部130は、第1取得部110によって取得されたオブジェクト情報が含む第1識別情報A2、第1識別情報B2及び第2識別情報に基づいて、第1音データA2、第1音データB2及び第2音データを処理する処理手段を決定する（S40b）。このステップS40bが決定ステップに相当する。

[0389] 次に、第1処理部140bは、決定部130によって決定された処理手段で第1音データA2、第1音データB2及び第2音データを処理する（S50b）。このステップS50bが第1処理ステップに相当する。

[0390] 第1出力部150は、第1処理部140bによって処理された第1音データA2、第1音データB2及び第2音データを出力する（S60b）。このステップS60bが第1出力ステップに相当する。

[0391] 本変形例においては、第1識別情報に応じて第1音の音量の処理手段が変更され、かつ、第2識別情報に応じて第2音の音量の処理手段が変更されることができる。従って、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音及び第2音のそれぞれは、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音及び第2音のそれぞ

れに似た音となる。さらに、第1音A2が第1空力音であり、第1音B2が第2空力音であることから、第1音データA2及び第1音データB2のそれぞれに異なる $\times$ の値で第2処理手段が実行される。よって、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音A2（第1空力音）及び第1音B2（第2空力音）のそれぞれは、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音A2（第1空力音）及び第1音B2（第2空力音）のそれぞれに似た音となる。以上より、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。

[0392] なお、本変形例の上記説明においては、オブジェクトは、救急車Aであったがこれに限られない。

[0393] オブジェクトが複数の音を発生させるオブジェクトである場合、つまりは、第1音データ及び第2音データ（上記では2つの音データ）を含む複数の音データと関連付けられるオブジェクトである場合には、本変形例と同様の処理が行われる。このような同様の処理が行われるオブジェクトについて、以下第1例及び第2例を説明する。

[0394] <第1例>

第1例においては、オブジェクトが扇風機Fである。図15は、本変形例に係るオブジェクトが扇風機Fである場合を示す図である。この場合、第1音A2として、オブジェクトである扇風機Fの移動、より具体的には、扇風機Fの羽根の回転にともない生じる第1空力音、つまりは、風切り音が用いられる。第1音B2として、第1音がオブジェクト（扇風機F）から放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる第2空力音が用いられる。第2音は、扇風機Fのモーター音が用いられる。

[0395] この第1例においても、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音及び第2音のそれぞれは、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音及び第2音のそれぞれに似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。

[0396] なお、この変形例2の第1例においても、実施の形態の変形例1の第1例及び第2例で示されたような、距離Dが所定の閾値以内か否かによって音量

が異なるように第1音データを処理する第2処理手段が用いられてもよい。

[0397] 実施の形態の変形例1の第1例及び第2例では、第2処理手段は、距離Dが所定の閾値以内である場合に音量が所定の値となるように第1音データを処理する処理手段であったが、これに限られず、変形例2の第1例では、第2処理手段は、以下の処理手段であってもよい。変形例2の第1例の第2処理手段は、例えば、距離Dが所定の閾値以内の場合の x の値が、距離Dが所定の閾値外の場合の x の値に比べて大きい値となるように、第1音データが処理される処理手段であってもよい。

[0398] <第2例>

第2例においては、オブジェクトは、表示部30に表示されるコンテンツに登場するゾンビZである。図16は、本変形例に係るオブジェクトがゾンビZである場合を示す図である。オブジェクトであるゾンビZは、1つの第1音及び1つの第2音を発生させる。例えば第1音は、ゾンビZが発するうめき声であり、第2音は、ゾンビZの歩みによる足音である。この場合に、第2処理手段は、音量が、距離Dの x 乗($x \neq 1$)で減衰するように第1音データを処理する処理手段であり、 x が1より大きい値であるとよい。

[0399] 図14が示すステップS50bにおいて、例えば、第1処理部140bは、第2処理手段で第1音データを処理し、第1処理手段で第2音データを処理する。

[0400] 現実空間においては、人の音声（うめき声）は、音量が当該生物と受聴者Lとの距離Dが増加するに従って反比例して減衰する。つまりは、仮に、ゾンビZのうめき声である第1音を示す第1音データが第1処理手段で処理された場合には、受聴者Lは、現実空間と同じ声（うめき声）を、受聴する。しかしながら、第1音データがあえて第2処理手段で処理されることで、つまりは、現実空間とは異なるうめき声が受聴されるように処理されることで、受聴者Lは、空想上の生物であるゾンビZの不気味さを体験することができる。

[0401] この変形例2の第2例でも、変形例2の第1例と同じように、第2処理手

段は、例えば、距離Dが所定の閾値以内の場合のxの値が、距離Dが所定の閾値外の場合のxの値に比べて大きい値となるように、第1音データが処理される処理手段であってもよい。

[0402] (実施の形態の変形例3)

以下、実施の形態の変形例3について説明する。以下では、実施の形態との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0403] [構成]

まず、本実施の形態の変形例3に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200の構成について説明する。図17は、本変形例に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200の機能構成を示すブロック図である。

[0404] 本変形例に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200は、(本開示の基礎となった知見)で説明された、受聴者Lが違和感を覚える第2空力音を受聴することになってしまうという問題の発生を抑制することができる。図18は、本変形例に係るオブジェクトである扇風機Fと受聴者Lとを示す図である。

[0405] 情報生成装置40は、第1オブジェクトオーディオ情報を生成して、音響信号処理装置200へ出力する装置である。音響信号処理装置200は、出力された第1オブジェクトオーディオ情報を取得して、取得された第1オブジェクトオーディオ情報に基づいて、音データをヘッドフォン20へ出力する装置である。

[0406] まずは、図17が示す情報生成装置40について説明する。

[0407] 情報生成装置40は、受付部41と、第2取得部42と、第1生成部43と、出力部44と、記憶部45とを備える。

[0408] 受付部41は、情報生成装置40のユーザ(例えば、仮想空間内で実行されるコンテンツの作成者)からの操作を受付ける。受付部41は、具体的には、ハードウェアボタンで実現されるが、タッチパネルなどによって実現されてもよい。

[0409] 第2取得部42は、仮想空間における受聴者Lの位置に関連する位置で生

じる第1音を示す第1音データと、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とを取得する。本変形例においては、オブジェクトは、風Wを放射するオブジェクトであり、図18が示すように扇風機Fである。また、仮想空間において、受聴者Lは、扇風機Fから放射された風Wを浴びる位置に居る。第1音は、受聴者Lの位置に関連する位置で生じる音であり、ここでは、受聴者Lの位置に関連する位置とは、受聴者Lの耳の位置である。つまり、第1音は、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置（つまりは受聴者Lの耳の位置）で発生する音である。より具体的には、本変形例に係る第1音は、オブジェクトである扇風機Fから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）である。

[0410] なお、本変形例においては、受付部41は、ユーザから第1音データと第1位置情報とを示す操作を受付ける。つまり、ユーザが受付部41を操作することで、第1音データと第1位置情報とが入力され、第2取得部42は、入力された第1音データと第1位置情報とを取得する。

[0411] 第1生成部43は、第2取得部42によって取得された第1音データと第1位置情報とから、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で第1音を再生させるオブジェクトに関する情報と第1位置情報とを含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する。

[0412] なお、上記オブジェクトに関する情報には、オブジェクトが扇風機Fであること、オブジェクトが自身に起因して第1音を再生させることなどが示されている。

[0413] また、本変形例に係る第1オブジェクトオーディオ情報においては、第1位置情報が示すオブジェクト（扇風機F）の位置に、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音（第2空力音）を示す第1音データが関連付けられている。さらに言えば、現実空間においては、第2空力音は、受聴者Lの耳で発生するが、ここでは仮想空間における扇風機Fの位置が音源の位置であるかのように取り扱われる。

[0414] なお、第1生成部43は、指向性情報及び単位距離情報を含む第1オブジ

エクトオーディオ情報を生成してもよい。

[0415] 指向性情報は、扇風機Fから放射された風Wの方向に応じた特性を示す情報である。指向性情報は、例えば、風Wが放射される方向ごとの風速、或いは当該第2空力音の音量の減衰率がS O F A (S p a t i a l l y O r i e n t e d F o r m a t f o r A c o u s t i c s) 形式で格納されたデータベースである。

[0416] また、単位距離情報とは、基準となる距離である単位距離と、第1位置情報が示すオブジェクトの位置から単位距離離れた位置における空力音を示す空力音データとを含む情報である。この単位距離情報に示される空力音データは、指向性情報に示されるオブジェクトが風Wを放射する正面方向に、オブジェクトの位置から単位距離離れた位置における空力音（第2空力音）を示すデータである。

[0417] ここで、図19を用いて、指向性情報及び単位距離情報を説明する。

[0418] 図19は、本変形例に係る指向性情報及び単位距離情報を説明するための図である。オブジェクト（扇風機F）から放射された風Wの正面方向を方向D fとする。ここで方向D fとのなす角度が $\theta 1$ である方向を方向D 3 1、方向D fとのなす角度が $\theta 2$ である方向を方向D 3 2とする。図19には、単位距離が示されており、オブジェクト（扇風機F）から単位距離離れた位置には円が図示されている。換言すると当該円の半径が単位距離である。

[0419] オブジェクト（扇風機F）から方向D Fに単位距離離れた位置での風Wの風速を $w s F$ とする。そして、オブジェクト（扇風機F）から方向D 3 1に単位距離離れた位置での風Wの風速を $w s 1$ 、オブジェクト（扇風機F）から方向D 3 2に単位距離離れた位置での風Wの風速を $w s 2$ 、とすると、 $w s 1$ 及び $w s 2$ は、（式8）及び（式9）を満たす。

[0420] $w s 1 = w s F \times C 1 \cdots$ （式8）

[0421] $w s 2 = w s F \times C 2 \cdots$ （式9）

[0422] 指向性情報は、例えば $\theta 1$ 及び $\theta 2$ などの角度ごとのC 1及びC 2（C 1及びC 2は定数）などの値を示すデータベースである。なお、C 1は指向性

情報が示す角度 θ_1 における値と記載され、 C_2 は指向性情報が示す角度 θ_2 における値と記載される。

- [0423] 上記の例では、風速に関する指向性について述べたが、当該風 W による音（第2空力音）の音量に関する指向性を同様の方法で記載してもよい。
- [0424] また、第1生成部43は、フラグ情報をさらに含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する。フラグ情報は、音の再生時において、オブジェクト（扇風機 F ）から生じた音を示す音データ（ここでは空力音データ）に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理を行うか否かを示す情報である。
- [0425] 指向性情報、単位距離情報及びフラグ情報は、例えば、記憶部45に予め記憶されているとよい。第1生成部43は、指向性情報、単位距離情報及びフラグ情報を、記憶部45から取得してもよく、第1音データ及び第1位置情報と同じく受付部41が操作されることによって取得してもよい。
- [0426] 出力部44は、第2取得部42によって取得された第1音データ及び第1位置情報と、第1生成部43によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報とを、音響信号処理装置200へ出力する。
- [0427] 記憶部45は、受付部41、第2取得部42、第1生成部43及び出力部44が実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。
- [0428] さらに、図17が示す音響信号処理装置200について説明する。
- [0429] 図17が示すように、音響信号処理装置200は、第3取得部210と、第2算出部220と、第2処理部240と、第2出力部250と、記憶部270とを備える。
- [0430] 第3取得部210は、情報生成装置40によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置40によって取得された第1音データ、及び、第1音の受聴者 L の位置を示す第2位置情報を取得する。第3取得部210は、第2位置情報をヘッドフォン20（より具体的には、頭部センサ部21）から取得するがこれに限られない。
- [0431] 第2算出部220は、第3取得部210によって取得された第1オブジェ

クトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとの距離Dを算出する。第2算出部220は、実施の形態に係る第1算出部120と同様の方法で、距離Dを算出する。

[0432] さらに、第2算出部220は、第3取得部210によって取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。

[0433] 第2処理部240は、第2算出部220によって算出された距離Dが増加するほど、第1音の音量が減衰するように第1音データを処理する。例えば、第2処理部240は、実施の形態の変形例2で示した第2処理手段で第1音データを処理するとよい。上記の通り、第1音が第2空力音であることから、 x の値として β が用いられて、第1音データが処理されるとよい。このとき、例えば、 β は2.5である。

[0434] また、本変形例に係る第1オブジェクトオーディオ情報においては、オブジェクト（扇風機F）の位置に第1音（第2空力音）を示す第1音データが関連付けられている。このため、第2処理部240は、距離Dが増加するほど第1音B2の音量が減衰するように第1音データB2を処理することで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）を、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）に似た音とすることができる。

[0435] また、第2処理部240は、第3取得部210によって取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む単位距離情報が示す単位距離よりも算出された距離Dが大きい場合に、以下の処理を行うとよい。つまりは、第2処理部240は、この場合に、算出された距離Dと単位距離とに応じて、第1音の音量が減衰するように第1音データを処理する。この処理について、図20を用いて説明する。

[0436] 図20は、本変形例に係る第2処理部240の処理を説明するための図である。図20には、オブジェクト（扇風機F）及び受聴者Lの位置関係が示

されている。受聴者Lは、オブジェクト（扇風機F）から放射された風Wの正面方向に位置している。上記説明の通り、単位距離情報には、オブジェクトの位置から当該正面方向に単位距離離れた位置における空力音を示す空力音データが示されている。図20が示す例においては、第1音データが当該空力音データに相当する。第2処理部240は、単位距離よりも算出された距離Dが大きい場合に、オブジェクトの位置から単位距離離れた位置における空力音を示す空力音データに、距離Dが増加するほど、第1音（第2空力音）の音量が減衰するような処理をする。

[0437] さらに、第2処理部240は、オブジェクト（扇風機F）から放射された風Wの正面方向と第2算出部220によって算出された二点間方向とがなす角度及び指向性情報が示す特性に基づいて第1音の音量を制御するように、第1音データを処理するとよい。この処理について図21を用いて説明する。

[0438] 図21は、本変形例に係る第2処理部240の他の処理を説明するための図である。図21には、オブジェクト（扇風機F）及び受聴者Lの位置関係が示されている。受聴者Lは、オブジェクト（扇風機F）から方向D31の方向に位置している。この場合、上記正面方向と上記二点間方向とがなす角度は、 $\theta 1$ である。仮に受聴者Lが正面方向の位置（破線で示される受聴者Lの位置）に居る場合に比べ、図21に示される受聴者Lの位置（実線で示される受聴者Lの位置）に居る場合に、受聴者Lが受ける風Wの風速は、低くなる。

[0439] 図21に示される位置に居る受聴者Lが受ける風速は、正面方向の位置に居る受聴者Lが受ける風速に上記C1が乗算された値となる。受聴者Lが受聴する第1音（第2空力音）の音量は受聴者Lが受ける風速に応じて変化するため、第2処理部240は、当該風速に応じて第1音データ（ここでは、単位距離情報に示される空力音データ）を処理するとよい。

[0440] なお、第2処理部240は、図20で説明された処理と図21で説明された処理との両方を行って、処理された1つの第1音データ（空力音データ）

が第2出力部250に出力されるとよい。

[0441] 第2出力部250は、第2処理部240によって処理された第1音データ（空力音データ）を出力する。ここでは、第2出力部250は、第1音データをヘッドフォン20に出力する。これにより、ヘッドフォン20は、出力された第1音データが示す第1音を再生することができる。

[0442] 記憶部270は、第3取得部210と、第2算出部220と、第2処理部240と、第2出力部250とが実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。

[0443] 以下、情報生成装置40によって行われる情報生成方法の動作例4と、音響信号処理装置200によって行われる音響信号処理方法の動作例5とについて説明する。

[0444] [動作例4]

図22は、本変形例に係る情報生成装置40の動作例4のフローチャートである。

[0445] 図22が示すように、はじめに、受付部41は、ユーザから第1音データと第1位置情報とを示す操作を受付ける（S110）。つまり、ユーザが受付部41を操作することで、第1音データと第1位置情報とが入力される。

[0446] 次に、第2取得部42は、仮想空間における受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データと、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とを取得する（S120）。ここでは、第2取得部42は、ステップS110で入力された第1音データと第1位置情報とを取得する。このステップS120が第2取得ステップに相当する。

[0447] 続いて、第1生成部43は、第2取得部42によって取得された第1音データ及び第1位置情報から、オブジェクトに関する情報と、第1位置情報と、単位距離情報と、指向性情報とを含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する（S130）。また、生成された第1オブジェクトオーディオ情報は、フラグ情報を含んでいてもよい。このステップS130が第1生成ステップに相当する。

[0448] さらに、出力部44は、第2取得部42によって取得された第1音データ及び第1位置情報と、第1生成部43によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報とを、音響信号処理装置200へ出力する（S140）。

[0449] [動作例5]

図23は、本変形例に係る音響信号処理装置200の動作例5のフローチャートである。

[0450] 図23が示すように、はじめに、第3取得部210は、情報生成装置40によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置40によって取得された第1音データ、及び、ヘッドフォン20から出力された第2位置情報を取得する（S210）。このステップS210が第3取得ステップに相当する。

[0451] 次に、第2算出部220は、第3取得部210によって取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとの距離Dを算出し、かつ、第3取得部210によって取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。（S220）。このステップS220が第2算出ステップに相当する。

[0452] 続いて、第2処理部240は、上記正面方向と第2算出部220によって算出された二点間方向とがなす角度及び指向性情報が示す特性に基づいて第1音の音量を制御するように、かつ、第3取得部210によって取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む単位距離情報が示す単位距離よりも算出された距離Dが大きい場合に算出された距離Dと単位距離とに応じて第1音の音量が減衰するように、第1音データを処理する（S230）。

[0453] さらに、第2処理部240は、第1オブジェクトオーディオ情報にフラグ情報が含まれている場合には、当該フラグ情報に従って、第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理を行うか否かを決定する。ここでは、一例として、第2処理部240は、

フラグ情報に従って、第1音データに基づく第1音信号に頭部伝達関数を畳み込む処理を行う（S240）。このステップS230及びS240が第2処理ステップに相当する。

[0454] そして、第2出力部250は、第2処理部240によって処理された第1音データ（第1音信号）を出力する（S250）。このステップS250が第2出力ステップに相当する。

[0455] 本変形例に係る情報生成方法は、オブジェクトの位置に、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音（第2空力音）を示す第1音データが関連付けられた第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。さらに、本変形例に係る音響信号処理方法は、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど第1音（第2空力音）の音量が減衰するように第1音データを処理することで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）に似た音となる。つまり、受聴者Lは、違和感を覚える第1音（第2空力音）を受聴することがなく、受聴者Lは臨場感を得ることができる。

[0456] （実施の形態の変形例4）

以下、実施の形態の変形例4について説明する。以下では、実施の形態の変形例3との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0457] [構成]

まず、本実施の形態の変形例4に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200cの構成について説明する。図24は、本変形例に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200cの機能構成を示すブロック図である。

[0458] 本変形例においては、変形例3に係る情報生成装置40が用いられる。音響信号処理装置200cは、第2算出部220を備えない点、及び、第2処理部240にかえて第2処理部240cを備える点を除いて、変形例3に係る音響信号処理装置200と同じ構成を備える。

[0459] 本変形例においては、音響信号処理装置200cは、オブジェクトに起因

して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音と、当該オブジェクトに起因する第2音とを取り扱う装置である。本変形例に係るオブジェクトは、変形例2と同じく救急車Aである。

[0460] 第1音は、オブジェクト（救急車A）から放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音、つまりは、第2空力音である。第2音は、救急車Aから発されるサイレン音である。

[0461] 図24が示すように、音響信号処理装置200cは、第3取得部210と、第2処理部240cと、第2出力部250と、記憶部270とを備える。

[0462] 本変形例に係る第3取得部210は、情報生成装置40で生成された第1オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置40で取得された第1音データ、及び、第2オブジェクトオーディオ情報を取得する。第2オブジェクトオーディオ情報は、仮想空間におけるオブジェクト（救急車A）の位置を示す第1位置情報と、オブジェクト（救急車A）に起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた情報である。なお、第2オブジェクトオーディオ情報は、第2音を示す第2音データと当該第2音が発生する位置を示す第1位置情報とが関連付けられたデータであるため、特許文献1に開示される技術などの従来の技術におけるオブジェクトオーディオ情報に相当する。

[0463] 第2オブジェクトオーディオ情報は、情報生成装置40で生成され音響信号処理装置200cに出力されるとよい。第3取得部210は、出力された第2オブジェクトオーディオ情報を取得する。

[0464] 第2処理部240cは、第3取得部210によって取得された第1音データ、及び、第3取得部210によって取得された第2オブジェクトオーディオ情報が含む第2音データを以下のように処理する。

[0465] まず、第2音データへの処理について説明する。

[0466] 第2処理部240cは、第3取得部210によって取得された第2オブジェクトオーディオ情報が示す第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする。

[0467] 続いて、第1音データへの処理について説明する。

[0468] 一例として、第2処理部240cは、第3取得部210によって取得された第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をしない。また他の一例として、第2処理部240cは、第3取得部210によって取得された第1音データに基づく第1音信号に、風Wが救急車Aから受聴者Lへ到来する方向に依存した処理をする。この他の一例の処理について、図25を用いて説明する。

[0469] 図25は、本変形例に係る第1音データへの処理を説明するための図である。

[0470] 図25が示すように、オブジェクト（救急車A）と受聴者Lとの位置関係によっては、受聴者Lの右耳及び左耳で、風Wの到達の速さ及び風量が異なる。図25では、左耳では風Wの到達がより速くかつ風量がより大きく、右耳では風Wの到達がより遅くかつ風量がより小さい。

[0471] このため、第2処理部240cは、風Wが救急車Aから受聴者Lへ到来する方向に依存した処理として、以下の処理を第1音データへ行うとよい。つまり、受聴者Lが受聴する第1音（第2空力音）が受聴者Lの両耳に到達する時間差及び風量比が模擬された音となるように、第1音データへ処理を行うとよい。これにより、受聴者Lは、風Wの発生源の方向を知覚させることができる。

[0472] なお、第1オブジェクトオーディオ情報には、第2処理部240cが、第1音信号に頭部伝達関数を畳み込む処理をしないか、第1音信号に風Wが救急車Aから受聴者Lへ到来する方向に依存した処理をするかを示す処理情報が含まれている。第2処理部240cは、第1オブジェクトオーディオ情報が含む処理情報に従って、第1音信号への処理を行う。

[0473] 本変形例に係る第2出力部250は、第2処理部240cで処理された第2音信号を出力する。第2処理部240cが第1音信号を処理しなかった場合には、第2出力部250は、処理されていない第1音信号を出力する。また、第2処理部240cが第1音信号を処理した場合には、第2出力部250は、処理された第1音信号を出力する。

[0474] また、本変形例に係る記憶部 270 には、第 2 処理部 240c が用いる頭部伝達関数、及び、風 W が救急車 A から受聴者 L へ到来する方向に依存した処理に必要な情報が記憶されている。

[0475] 以下、音響信号処理装置 200c によって行われる音響信号処理方法の動作例 5 及び動作例 6 について説明する。

[0476] [動作例 6]

図 26 は、本変形例に係る音響信号処理装置 200c の動作例 6 のフローチャートである。本動作例においては、第 2 処理部 240c は、第 1 音信号を処理しない例である。

[0477] 図 26 が示すように、はじめに、第 3 取得部 210 は、情報生成装置 40 で生成された第 1 オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置 40 で取得された第 1 音データ、及び、第 1 位置情報と第 2 音データとが関連付けられた第 2 オブジェクトオーディオ情報を取得する (S310)。このステップ S310 が第 3 取得ステップに相当する。

[0478] 第 2 処理部 240c は、第 3 取得部 210 によって取得された第 1 音データに基づく第 1 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をしない (S320)。

[0479] 第 2 処理部 240c は、第 3 取得部 210 によって取得された第 2 オブジェクトオーディオ情報が示す第 2 音データに基づく第 2 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする (S330)。このステップ S320 及び S330 が第 2 処理ステップに相当する。

[0480] 第 2 出力部 250 は、第 2 処理部 240c で処理されていない第 1 音信号、及び、第 2 処理部 240c で処理された第 2 音信号を出力する (S340)。このステップ S340 が第 2 出力ステップに相当する。

[0481] [動作例 7]

図 27 は、本変形例に係る音響信号処理装置 200c の動作例 7 のフローチャートである。本動作例においては、第 2 処理部 240c は、第 1 音信号を処理する例である。

- [0482] 図27が示すように、はじめに、ステップS310が行われる。
- [0483] 第2処理部240cは、第3取得部210によって取得された第1音データに基づく第1音信号に、風Wが救急車Aから受聴者Lへ到来する方向に依存した処理をする(S320c)。
- [0484] 続いて、ステップS330が行われる。
- [0485] そして、第2出力部250は、第2処理部240cで処理された第1音信号、及び、第2処理部240cで処理された第2音信号を出力する(S340c)。
- [0486] 本変形例においては、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2音は、第2音データに基づく第2音信号に頭部伝達関数が畳み込まれるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第2音に似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。
- [0487] また、動作例7においては、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、第1音データに基づく第1音信号に風Wが到来する方向に依存した処理が行われるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音に似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。
- [0488] (実施の形態の変形例5)
- 以下、実施の形態の変形例5について説明する。以下では、実施の形態の変形例4との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。
- [0489] [構成]
- まず、本実施の形態の変形例5に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200dの構成について説明する。図28は、本変形例に係る情報生成装置40及び音響信号処理装置200dの機能構成を示すブロック図である。
- [0490] 本変形例においては、変形例4に係る情報生成装置40が用いられる。音響信号処理装置200dは、第2処理部240cにかえて第2処理部240dを備える点を除いて、変形例4に係る音響信号処理装置200cと同じ構

成を備える。

[0491] 変形例4では、1つのオブジェクトである救急車Aに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音（第2空力音）と、当該1つのオブジェクトである救急車Aに起因する音である第2音（サイレン音）とが取り扱われた。そして、変形例5では、1つのオブジェクトである救急車Aに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音（第2空力音）と、当該1つのオブジェクトとは異なるオブジェクトであって仮想空間における他の1つのオブジェクトに起因する第3音とが取り扱われる。

[0492] 他の1つのオブジェクトは、1つのオブジェクトと同じく、仮想空間内で実行されるコンテンツ（ここでは一例として映像）を表示する表示部30に表示される当該コンテンツに含まれるものであれば、特に限定されない。1つのオブジェクト及び他の1つのオブジェクトは、同じ仮想空間内に設けられている。なお、簡単のため、以下、1つのオブジェクトを単にオブジェクトと、他の1つのオブジェクトを単に他のオブジェクトと記載する場合がある。

[0493] 第3音は、仮想空間において、他の1つのオブジェクトの位置で発生する音である。なお、第3音は、第1空力音及び第2空力音とは異なる音である。

[0494] このように、本変形例においては、第1音及び第3音、さらに言えば1つのオブジェクト及び他の1つのオブジェクトを含む複数のオブジェクトが取り扱われる。

[0495] 本変形例に係る第3取得部210は、情報生成装置40で生成された第1オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置40で取得された第1音データ、及び、第3オブジェクトオーディオ情報を取得する。第3オブジェクトオーディオ情報は、仮想空間における他のオブジェクトの位置を示す第3位置情報と他のオブジェクトの位置で発生する第3音を示す第3音データとが関連付けられた情報である。なお、第3オブジェクトオーディオ情報は、第3音を示す第3音データと当該第3音が発生する位置を示す第3位置情報とが

関連付けられたデータであるため、特許文献 1 に開示される技術などの従来の技術におけるオブジェクトオーディオ情報に相当する。

[0496] 第 3 オブジェクトオーディオ情報は、情報生成装置 40 で生成され音響信号処理装置 200d に出力されるとよい。第 3 取得部 210 は、出力された第 3 オブジェクトオーディオ情報を取得する。

[0497] 第 2 処理部 240d は、第 3 取得部 210 によって取得された第 1 音データ、及び、第 3 取得部 210 によって取得された第 3 オブジェクトオーディオ情報が含む第 3 音データを以下のように処理する。

[0498] 第 2 処理部 240d は、第 1 音データに基づく第 1 音信号に風 W が救急車 A から受聴者 L へ到来する方向に依存した処理をする。また、第 2 処理部 240d は、取得された第 3 オブジェクトオーディオ情報が示す第 3 音データに基づく第 3 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする。つまり本変形例においては、第 2 処理部 240d は、第 1 音信号に、図 25 で説明された処理と同じ処理を行う。また、第 2 処理部 240d は、第 3 音信号に、変形例 4 に係る第 2 音信号と同じ処理を行う。

[0499] そして、本変形例に係る第 2 出力部 250 は、第 2 処理部 240d で処理された第 1 音信号、及び、第 2 処理部 240d で処理された第 3 音信号を出力する。

[0500] 以下、音響信号処理装置 200d によって行われる音響信号処理方法の動作例 8 について説明する。

[0501] [動作例 8]

図 29 は、本変形例に係る音響信号処理装置 200d の動作例 8 のフローチャートである。

[0502] 図 29 が示すように、はじめに、第 3 取得部 210 は、情報生成装置 40 で生成された第 1 オブジェクトオーディオ情報、情報生成装置 40 で取得された第 1 音データ、及び、他のオブジェクトの位置を示す第 3 位置情報と他のオブジェクトの位置で発生する第 3 音を示す第 3 音データとが関連付けられた第 3 オブジェクトオーディオ情報を取得する (S310d)。このステ

ップS 3 1 0 dが第3取得ステップに相当する。

[0503] 第2処理部240dは、第3取得部210によって取得された第1音データに基づく第1音信号に、風Wが救急車Aから受聴者Lへ到来する方向に依存した処理をする(S 3 2 0 c)。

[0504] 第2処理部240dは、第3取得部210によって取得された第3オブジェクトオーディオ情報が示す第3音データに基づく第3音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする(S 3 3 0 d)。このステップS 3 2 0 c及びS 3 3 0 dが第2処理ステップに相当する。

[0505] そして、第2出力部250は、第2処理部240dで処理された第1音信号、及び、第2処理部240dで処理された第3音信号を出力する(S 3 4 0 d)。このステップS 3 4 0 dが第2出力ステップに相当する。

[0506] 本変形例においては、仮想空間にオブジェクト及び他のオブジェクトを含む複数のオブジェクトが設けられた場合に、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音及び第3音は、それぞれ受聴者Lが受聴する現実空間での第1音及び第3音に似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。

[0507] (実施の形態の変形例6)

以下、実施の形態の変形例6について説明する。以下では、実施の形態の変形例3との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0508] [構成]

まず、本実施の形態の変形例6に係る情報生成装置50及び音響信号処理装置400の構成について説明する。図30は、本変形例に係る情報生成装置50及び音響信号処理装置400の機能構成を示すブロック図である。

[0509] 本変形例に係る情報生成装置50及び音響信号処理装置400は、変形例3と同じく、(本開示の基礎となった知見)で説明された、受聴者Lが違和感を覚える第2空力音を受聴することになってしまうという問題の発生を抑制することができる。本変形例においては、変形例3と同じく、オブジェクトは扇風機Fであるが、これに限られず、風Wを放射することができるオブ

ジェクトであればよい。また、オブジェクトから放射された風Wとは、図13が示すように、移動体などのオブジェクト（救急車A）が移動したことにより巻き起こる風も含む。

[0510] 情報生成装置50は、第4オブジェクトオーディオ情報を生成して、音響信号処理装置400へ出力する装置である。音響信号処理装置400は、出力された第4オブジェクトオーディオ情報を取得して、取得された第4オブジェクトオーディオ情報に基づいて、音データをヘッドフォン20へ出力する装置である。

[0511] まずは、図30が示す情報生成装置50について説明する。

[0512] 情報生成装置50は、第2受付部51と、第4取得部52と、第2生成部53と、第3出力部54と、記憶部55とを備える。

[0513] 第2受付部51は、情報生成装置50のユーザ（例えば、仮想空間内で実行されるコンテンツの作成者）からの操作を受け付ける。第2受付部51は、具体的には、ハードウェアボタンで実現されるが、タッチパネルなどによって実現されてもよい。

[0514] 第4取得部52は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、第1風の第1風向と、第1想定風速とを取得する。

[0515] 本変形例においては、仮想空間で吹く第1風は、オブジェクトである扇風機Fから放射された風Wである。つまり第1風の発生位置は、扇風機Fが配置された位置である。なお、本変形例においては、第1風が仮想空間で吹いていればよく、この第1風を放射するオブジェクトである扇風機Fが、仮想空間（より具体的には、受聴者Lが居る仮想空間）内に配置されている必要はない。つまり、扇風機Fは、受聴者Lが居る仮想空間外に配置され、この扇風機Fから放射された風Wである第1風が当該仮想空間に到達していればよい。また、当然ながら、第1風を放射するオブジェクトである扇風機Fが、受聴者Lが居る仮想空間内に配置されていてもよい。

[0516] 第1風向は、第1風の風向であり、オブジェクト（扇風機F）から放射された風Wの正面方向であり、例えば図19が示す方向Dfである。第1想定

風速は、第1風の風速であれば良く、ここでは、第1風向の方向に発生位置から基準となる距離である単位距離離れた位置での第1風の風速である。つまり、第1想定風速は、例えば図19が示す風速 $w_s F$ である。

[0517] 上記の通り仮想空間ではオブジェクトである扇風機Fから放射された風Wである第1風が吹いていることから、受聴者Lは、この風W（第1風）が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）を受聴することとなる。

[0518] なお、本変形例においては、第2受付部51が、ユーザから第1風の発生位置、第1風向、及び、第1想定風速を示す操作を受け付ける。つまり、ユーザが第2受付部51を操作することで、第1風の発生位置、第1風向、及び、第1想定風速が入力され、第4取得部52は、入力された第1風の発生位置、第1風向、及び、第1想定風速を取得する。

[0519] 第2受付部51が、ユーザから単位距離が第2指定値であることを指定する操作を受け付けているとよい。つまり、ユーザが第2受付部51を操作することで、単位距離が第2指定値であることが設定される。

[0520] 第2生成部53は、第4取得部52によって取得された発生位置と、第1風向と、第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する。

[0521] なお、第2受付部51が、ユーザから第1風の方角に応じた特性を示す指向性情報を指定する操作を受け付けているとよい。指向性情報は、図19などで説明された情報と同じである。このような操作が受け付けられている場合には、第2生成部53は、発生位置、第1風向及び第1想定風速と、第2受付部51によって受け付けられた操作が示す指向性情報とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する。

[0522] 記憶部55は、第2受付部51、第4取得部52、第2生成部53及び第3出力部54が実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。なお、記憶部55には、代表風速と、代表風速の風が仮想空間における受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）を示す空力

音データとを含む空力音コア情報が記憶されているものとする。ただし、空力音コア情報は、必ずしも情報生成装置 50 に記憶されていなくてもよく、情報生成装置 50 からは独立したメモリに記憶されていてもよい。

[0523] なお、本変形例においては、第 2 受付部 51 が、ユーザから空力音コア情報を示す操作を受付ける。つまり、ユーザが第 2 受付部 51 を操作することで、空力音コア情報が入力され、記憶部 55 に、入力された空力音コア情報が記憶される。

[0524] 空力音コア情報には、1 つの風速の値の例を示す代表風速、及び、この代表風速の風が受聴者 L の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データが示されており、後述する音響信号処理装置 400 での情報処理に用いられるデータベースである。空力音（第 2 空力音）を示す空力音データは、当該第 2 空力音の音量などを示す。また空力音コア情報は、空力音の周波数成分の分布を示すデータ（以下周波数データと記載する場合がある）を含むとよい。例えば、周波数データは、空力音（第 2 空力音）の周波数特性が示されたデータである。

[0525] このような空力音コア情報は、後述する第 3 処理部 440 において、受聴者 L が受聴する第 2 空力音の音量を、耳到達風速から求めるために用いることもできる。

[0526] なお、空力音コア情報は、代表風速とその代表風速における空力音データの組を、複数組備えていてもよい。例えば、図 4C に示したように、風 W の発生源からの距離が異なるために風速が異なるそれぞれの位置における風速を代表風速とし、代表風速と当該代表風速に対応する周波数データとで組を成し、空力音コア情報は、そのような組を複数組備えてもよい。このように構成された空力音コア情報は、後述する第 3 処理部 440 において、受聴者 L が受聴する第 2 空力音の音量を、耳到達風速をインデックスとして求めるために用いることもできる。

[0527] 第 3 出力部 54 は、第 2 生成部 53 によって生成された第 4 オブジェクトオーディオ情報と、記憶部 55 に記憶されている空力音コア情報とを、音響

信号処理装置400へ出力する。

[0528] さらに、図30が示す音響信号処理装置400について説明する。

[0529] 図30が示すように、音響信号処理装置400は、第5取得部410と、第3算出部420と、第3処理部440と、第4出力部450と、記憶部470とを備える。

[0530] 第5取得部410は、情報生成装置50によって出力された第4オブジェクトオーディオ情報及び空力音コア情報と、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報とを取得する。第5取得部410は、第2位置情報をヘッドフォン20（より具体的には、頭部センサ部21）から取得するがこれに限られない。またここでは、空力音コア情報は、周波数データを含む。

[0531] 第3算出部420は、第5取得部410によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置（つまりは扇風機F）と受聴者Lとの距離Dを算出する。第3算出部420は、実施の形態に係る第1算出部120と同様の方法で、距離Dを算出する。

[0532] さらに、第3算出部420は、第5取得部410によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。

[0533] 第3処理部440は、第3算出部420によって算出された距離Dが増加するほど、空力音の音量が減衰するように空力音データを処理する。

[0534] ここでは、第3処理部440は、空力音（第2空力音）の音量が、代表風速を、受聴者Lの耳に到達したときの第1風の風速である耳到達風速で割った値の γ 乗で減衰するように、空力音データを処理するとよい。つまり、第3処理部440は、距離Dと、代表風速と、耳到達風速とに基づいて、空力音データを処理する。なお、耳到達風速は、第3算出部420によって算出された距離Dが増加するほど、風速が減速する。また、耳到達風速は、第3算出部420によって算出された距離Dを単位距離で割った値の z 乗で減衰

する値である。

[0535] より具体的には、第3処理部440は、以下の処理を行う。

[0536] まずは、風Wの正面方向である第1風向（例えば図19が示す方向Df）と、算出された二点間方向とがなす角度を θ とする。この場合、受聴者Lの耳に到達したときの第1風の風速である耳到達風速を S_{e1} とすると、 S_{e1} は、（式10）を満たす。

[0537] $S_{e1} = \text{第1想定風速} \times \text{指向性情報が示す角度}\theta\text{における値} \times \{(\text{基準となる距離である単位距離}/\text{距離}D)\}^z \cdots (\text{式10})$

[0538] 例えば、 θ が θ_1 であれば、指向性情報が示す角度 θ （角度 θ_1 ）における値は、 C_1 である。また、代表風速を耳到達風速 S_{e1} で割った値を R_1 とする。さらに、受聴者Lが受聴する第2空力音の音量である V_3 は、（式11）を満たす。

[0539] $V_3 = \text{空力音コア情報の空力音データが示す音量} \times \{(1/R_1)\}^\gamma \cdots (\text{式11})$

[0540] また、 z は、（式12）を満たすとよい。

[0541] $z = 1 \cdots (\text{式12})$

[0542] さらに、 γ 及び z は、（式13）を満たすとよい。

[0543] $\gamma \times z < 4 \cdots (\text{式13})$

[0544] 耳到達風速 S_{e1} から受聴者Lが受聴する第2空力音の音量 V_3 を求める方法は上記に限らない。例えば、空力音コア情報が、代表風速とその風速における周波数データとの組を複数組備えておき、第3処理部440が S_{e1} に近い代表風速に対する周波数データを検出し、その周波数データを適用することで所定の音量を有する第2空力音を生成してもよい。すなわち、音量 V_3 を S_{e1} から数式によって計算して求めるのではなく、 S_{e1} をインデックスとして空力音データが検出され、それを適用することによって所定の音量が達成されるようにしてもよい。第2空力音の音量は、風速が小さいほど小さいのだから、代表風速の小さい周波数データを適用すれば結果的に得られる音量が小さくなるように空力音コア情報を備えてあるはずである。S

e 1 は距離 D が大きくなるにつれて小さくなるのだから、距離 D が大きくなるにつれて音響 V 3 が小さくなるように制御できる。

[0545] 第 4 出力部 4 5 0 は、第 3 処理部 4 4 0 によって処理された空力音データを出力する。ここでは、第 4 出力部 4 5 0 は、空力音データをヘッドホン 2 0 に出力する。これにより、ヘッドホン 2 0 は、出力された空力音データが示す第 2 空力音を再生することができる。

[0546] 記憶部 4 7 0 は、第 5 取得部 4 1 0 と、第 3 算出部 4 2 0 と、第 3 処理部 4 4 0 と、第 4 出力部 4 5 0 とが実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。

[0547] なお、第 5 取得部 4 1 0 が取得した空力音コア情報に、周波数データが含まれている場合には、第 3 処理部 4 4 0 は、以下の処理を行うとよい。

[0548] 第 3 処理部 4 4 0 は、第 3 算出部 4 2 0 によって算出された距離 D が増加するほど、空力音（第 2 空力音）の周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように空力音データを処理する。

[0549] ここでは、第 3 処理部 4 4 0 は、空力音の周波数成分の分布を、代表風速を耳到達風速で割った値（上記の R 1）の逆数倍の周波数にシフトさせるように、空力音データを処理する。つまり、空力音コア情報に含まれる周波数成分の分布（処理前の周波数成分の分布）は、第 3 処理部 4 4 0 に処理されることで、当該周波数に R 1 の逆数が乗算された周波数へシフトされた周波数成分の分布となる。

[0550] このように、第 3 処理部 4 4 0 は、距離 D と代表風速と耳到達風速とに基づいて、空力音データを処理する。耳到達風速は、算出された距離 D が増加するほど、風速が減速する。また、耳到達風速は、算出された距離 D を単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である。また、この場合においても z は、上記（式 1 2）を満たす。

[0551] 以下、情報生成装置 5 0 によって行われる情報生成方法の動作例 9 と、音響信号処理装置 4 0 0 によって行われる音響信号処理方法の動作例 1 0 及び動作例 1 1 について説明する。

[0552] [動作例 9]

図 3 1 は、本変形例に係る情報生成装置 5 0 の動作例 9 のフローチャートである。

[0553] 図 3 1 が示すように、はじめに、第 2 受付部 5 1 は、ユーザから単位距離が第 2 指定値であることを指定する操作と、第 1 風の方向に応じた特性を示す指向性情報を指定する操作とを受付ける (S 4 1 0)。なお、このとき第 2 受付部 5 1 は、ユーザから第 1 風の発生位置、第 1 風向、及び、第 1 想定風速を示す操作を受付けるとよい。つまり、ユーザが第 2 受付部 5 1 を操作することで、単位距離、指向性情報、第 1 風の発生位置、第 1 風向、及び、第 1 想定風速が入力される。このステップ S 4 1 0 が第 2 受付ステップに相当する。

[0554] 次に、第 4 取得部 5 2 は、第 1 風の発生位置と、第 1 風の第 1 風向と、第 1 風向の方向に発生位置から基準となる距離である単位距離離れた位置での第 1 風の風速である第 1 想定風速とを取得する (S 4 2 0)。また、第 4 取得部 5 2 は、指向性情報も取得するとよい。ここでは、第 4 取得部 5 2 は、ステップ S 4 1 0 で入力された第 1 風の発生位置、第 1 風の第 1 風向、第 1 想定風速、及び、指向性情報を取得する。このステップ S 4 2 0 が第 4 取得ステップに相当する。

[0555] 次に、第 2 生成部 5 3 は、発生位置と、第 1 風向と、第 1 想定風速と、指向性情報とが関連付けられた第 4 オブジェクトオーディオ情報を生成する (S 4 3 0)。このステップ S 4 3 0 が第 2 生成ステップに相当する。

[0556] 次に、記憶部 5 5 には、代表風速と、代表風速の風が受聴者 L の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報が記憶される (S 4 4 0)。この空力音コア情報は、空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む場合がある。このステップ S 4 4 0 が記憶ステップに相当する。

[0557] 第 3 出力部 5 4 は、第 2 生成部 5 3 によって生成された第 4 オブジェクトオーディオ情報と、記憶部 5 5 に記憶されている空力音コア情報とを、音響

信号処理装置400へ出力する(S450)。このステップS450が第3出力ステップに相当する。

[0558] [動作例10]

図32は、本変形例に係る音響信号処理装置400の動作例10のフローチャートである。動作例10は、第3処理部440が空力音の音量を制御する例である。

[0559] 図32が示すように、はじめに、第5取得部410は、情報生成装置50によって出力された第4オブジェクトオーディオ情報及び空力音コア情報と、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報とを取得する(S510)。このステップS510が第5取得ステップに相当する。

[0560] 次に、第3算出部420は、第5取得部410によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置と受聴者Lとの距離Dを算出する(S520)。なお、このとき、第3算出部420は、第5取得部410によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト(扇風機F)と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。このステップS520が第3算出ステップに相当する。

[0561] 続いて、第3処理部440は、第3算出部420によって算出された距離Dが増加するほど、空力音の音量が減衰するように空力音データを処理する(S530)。より具体的には、第3処理部440は、空力音の音量が、代表風速を耳到達風速で割った値の γ 乗で減衰するように、空力音データを処理する。このステップS530が第3処理ステップに相当する。

[0562] 第4出力部450は、第3処理部440によって処理された空力音データを出力する(S540)。このステップS540が第4出力ステップに相当する。

[0563] [動作例11]

図33は、本変形例に係る音響信号処理装置400の動作例11のフローチャートである。動作例11は、第3処理部440が空力音の周波数成分を

制御する例である。

[0564] 図33が示すように、はじめに、第5取得部410は、情報生成装置50によって出力された第4オブジェクトオーディオ情報及び空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む空力音コア情報と、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報とを取得する(S510f)。このステップS510fが第5取得ステップに相当する。

[0565] 次に、ステップS520の処理が行われる。

[0566] 続いて、第3処理部440は、第3算出部420によって算出された距離Dが増加するほど、空力音の周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように空力音データを処理する(S530f)。より具体的には、第3処理部440は、空力音の周波数成分の分布を、代表風速を耳到達風速で割った値(上記のR1)の逆数倍の周波数にシフトさせるように、空力音データを処理する(S530f)。このステップS530fが第3処理ステップに相当する。

[0567] 第4出力部450は、第3処理部440によって処理された空力音データを出力する(S540)。このステップS540が第4出力ステップに相当する。

[0568] 本変形例に係る情報生成方法は、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。本変形例に係る音響信号処理方法は、例えば、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど空力音(第2空力音)の音量が減衰するように空力音データを処理する。また例えば、本変形例に係る音響信号処理方法は、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど空力音の周波数成分の分布が低周波数側にシフトされるように空力音データを処理する。従って、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音(第2空力音)は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音(第2空力音)に似た音となる。つまり、受聴者Lは、違和感を覚える空力音(第2空力音)を受聴することがなく、受聴者Lは臨場感を得ることができる。

[0569] (実施の形態の変形例 7)

以下、実施の形態の変形例 7 について説明する。以下では、実施の形態の変形例 6 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0570] [構成]

まず、本実施の形態の変形例 7 に係る情報生成装置 60 及び音響信号処理装置 500 の構成について説明する。図 34 は、本変形例に係る情報生成装置 60 及び音響信号処理装置 500 の機能構成を示すブロック図である。

[0571] 本変形例に係る情報生成装置 60 及び音響信号処理装置 500 は、変形例 6 と同じく、(本開示の基礎となった知見)で説明された、受聴者 L が違和感を覚える第 2 空力音を受聴することになってしまうという問題の発生を抑制することができる。本変形例においては、変形例 6 と同じく、オブジェクトは扇風機 F である。

[0572] 変形例 6 においては、仮想空間におけるオブジェクトである扇風機 F から放射された風 W である第 1 風が取り扱われた。変形例 7 においては、第 1 風と、第 1 風とは異なる風である第 2 風とが取り扱われる。本変形例に係る第 1 風は、変形例 6 と同じく、仮想空間におけるオブジェクトである扇風機 F から放射された風 W である。また、第 2 風は、仮想空間におけるオブジェクトに起因する風である必要はない。本変形例においては、第 2 風は、現実空間において自然界で発生した風が仮想空間で再現された風(以下、自然風)である。また、第 2 風は、自然風であるため、その発生位置を仮想空間で特定されることはできない風である。

[0573] 情報生成装置 60 は、第 1 風に係る第 4 オブジェクトオーディオ情報及び第 2 風に係る第 5 オブジェクトオーディオ情報を生成して、音響信号処理装置 500 へ出力する装置である。音響信号処理装置 500 は、出力された第 4 オブジェクトオーディオ情報及び第 5 オブジェクトオーディオ情報を取得して、取得された第 4 オブジェクトオーディオ情報及び第 5 オブジェクトオーディオ情報に基づいて、音データをヘッドフォン 20 へ出力する装置である。

- [0574] まずは、図34が示す情報生成装置60について説明する。
- [0575] 情報生成装置60は、第3受付部61と、第7取得部62と、第4生成部63と、第6出力部64と、記憶部65と、表示部66とを備える。
- [0576] 第3受付部61は、情報生成装置60のユーザ（例えば、仮想空間内で実行されるコンテンツの作成者）からの操作を受付ける。第3受付部61は、具体的には、ハードウェアボタンで実現されるが、タッチパネルなどによって実現されてもよい。
- [0577] 第7取得部62は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、第1風の第1風向と、第1想定風速と、仮想空間で吹く第2風の第2風向と、第2想定風速とを取得する。
- [0578] 本変形例においては、仮想空間で吹く第1風は、変形例6と同じく、オブジェクトである扇風機Fから放射された風Wである。つまり第1風の発生位置は、扇風機Fが配置された位置である。なお、本変形例においても、変形例6と同じく、第1風が仮想空間で吹いていればよく、この第1風を放射するオブジェクトである扇風機Fが、仮想空間（より具体的には、受聴者Lが居る仮想空間）内に配置されている必要はない。つまり、変形例6と同じく、第1風を放射するオブジェクトである扇風機Fが、受聴者Lが居る仮想空間内に配置されていても、配置されていなくてもよい。
- [0579] 第1風向は、第1風の風向であり、オブジェクト（扇風機F）から放射された風Wの正面方向であり、例えば図19が示す方向Dfである。本変形例に係る第1想定風速は、第1風の風速を示せばどのような値であってもよい。ここでは、第1想定風速は、変形例6と同じく、第1風向の方向に発生位置から基準となる距離である単位距離離れた位置での第1風の風速である。つまり、第1想定風速は、例えば図19が示す風速wsFである。
- [0580] 上記の通り仮想空間ではオブジェクトである扇風機Fから放射された風Wである第1風が吹いていることから、受聴者Lは、この風W（第1風）が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）を受聴することとなる。

- [0581] また、第2風は自然風であり、第2風向は、第2風の風向きである。例えば第2風が南南西の風である場合には、第2風向は、南南西を示す。この場合、仮想空間における方向を示す幾何学的、或いは、数学的な方向と、東西南北を示す地理的な方向との関係性が予め定められていることが必要であることは言うまでもない。
- [0582] 第2想定風速は、第2風の風速である。第2風は自然風であるため、仮想空間内の場所に依存せず、第2想定風速は一定の値を示す。つまり、仮想空間の受聴者Lの位置に依存せず、受聴者Lは、一定の風速の第2風を浴びることとなる。
- [0583] また、仮想空間内で第2風が吹いていることから、受聴者Lは、第2風が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）を受聴することとなる。
- [0584] 従って、本変形例においては、受聴者Lは、第1風による第2空力音、及び、第2風による第2空力音の少なくとも一方を受聴することとなる。
- [0585] なお、本変形例においては、第3受付部61が、ユーザから第1風の発生位置、第1風向、第1想定風速、第2風向及び第2想定風速を示す操作を受付ける。つまり、ユーザが第3受付部61を操作することで、第1風の発生位置、第1風向、第1想定風速、第2風向及び第2想定風速が入力され、第7取得部62は、入力された第1風の発生位置、第1風向、第1想定風速、第2風向及び第2想定風速を取得する。第3受付部61が、ユーザから第1想定風速及び第2想定風速を示す操作を受付ける処理の詳細については、表示部66の処理を用いて、後述する。
- [0586] 第3受付部61が、ユーザから単位距離が第2指定値であることを指定する操作を受付けているとよい。つまり、ユーザが第3受付部61を操作することで、単位距離が第2指定値であることが設定される。
- [0587] 第4生成部63は、第7取得部62によって取得された発生位置と、第1風向と、第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する。第4生成部63は、第7取得部62によって取得された第2風

向と第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する。

[0588] なお、第3受付部61が、ユーザから第1風の方角に応じた特性を示す指向性情報を指定する操作を受付けているとよい。指向性情報は、図19などで説明された情報と同じである。このような操作が受け付けられている場合には、第4生成部63は、発生位置、第1風向及び第1想定風速と、第3受付部61によって受け付けられた操作が示す指向性情報とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する。

[0589] 記憶部65は、第3受付部61、第7取得部62、第4生成部63、第6出力部64及び表示部66が実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。なお、記憶部65には、代表風速と、代表風速の風が仮想空間における受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）を示す空力音データとを含む空力音コア情報が記憶されている。

[0590] なお、本変形例においては、第3受付部61が、ユーザから空力音コア情報を示す操作を受け付ける。つまり、ユーザが第3受付部61を操作することで、空力音コア情報が入力され、記憶部65に、入力された空力音コア情報が記憶される。

[0591] 空力音コア情報には、1つの風速の値の例を示す代表風速、及び、この代表風速の風が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データが示されており、後述する音響信号処理装置500での情報処理に用いられるデータベースである。空力音（第2空力音）を示す空力音データは、当該第2空力音の音量などを示す。

[0592] 第6出力部64は、第4生成部63によって生成された第4オブジェクトオーディオ情報と、第4生成部63によって生成された第5オブジェクトオーディオ情報とを出力する。より具体的には、第6出力部64は、第1風の発生位置が仮想空間（より具体的には、受聴者Lが居る仮想空間）にある場合には、第4生成部63によって生成された第4オブジェクトオーディオ情報を出力する。第6出力部64は、第1風の発生位置が仮想空間にない場合

には、第4生成部63によって生成された第5オブジェクトオーディオ情報を出力する。第6出力部64は、第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報を、音響信号処理装置500へ出力する。また、第6出力部64は、記憶部65に記憶されている空力音コア情報を、音響信号処理装置500へ出力する。

[0593] 表示部66は、風速と当該風速を表現する言葉とが紐づけられた画像を表示する表示装置である。表示部30は、例えば、液晶パネル又は有機EL (Electro Luminescence) パネルなどの表示パネルによって実現される。

[0594] 図35は、本変形例に係る表示部66に表示される画像の一例を示す図である。当該画像は、風速と当該風速を表現する言葉とが紐づけられた画像である。当該画像には、例えば、風速が $0.0 - 0.2 \text{ [m/s]}$ である場合には、当該風速を表現する言葉が「平穏」であることが示されている。また、当該風速の風が吹いている場合の「陸上」及び「海上」での風の説明が表示されている。また、画像とは、文字、図形及びイラストなどを含めばよい。

[0595] ユーザは、表示部66に表示された当該画像を視認する。そして、第3受付部61は、ユーザから、第1想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第1操作、及び、第2想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第2操作を受付ける。つまり、ユーザが第3受付部61を操作することで、第1想定風速及び第2想定風速が入力され、第7取得部62は、入力された第1想定風速及び第2想定風速を取得する。

[0596] さらに、図34が示す音響信号処理装置500について説明する。

[0597] 音響信号処理装置500は、情報生成装置60によって第4オブジェクトオーディオ情報が出力された場合には、第4オブジェクトオーディオ情報に係る第1風による第2空力音についての処理を行う。また、音響信号処理装置500は、情報生成装置60によって第5オブジェクトオーディオ情報が出力された場合には、第5オブジェクトオーディオ情報に係る第2風による

第2空力音についての処理を行う。

- [0598] 図34が示すように、音響信号処理装置500は、第8取得部510と、第3算出部420と、第4処理部540と、第7出力部550と、記憶部570とを備える。
- [0599] 第8取得部510は、情報生成装置60によって出力された第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報を取得する。第8取得部510は、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報と、情報生成装置60によって出力された空力音コア情報とを取得する。第8取得部510は、第2位置情報をヘッドフォン20（より具体的には、頭部センサ部21）から取得するがこれに限られない。
- [0600] 第8取得部510が第4オブジェクトオーディオ情報を取得した場合、つまりは、第1風の発生位置が仮想空間（より具体的には、受聴者Lが居る仮想空間）にある場合には、第3算出部420は、以下の処理を行う。つまり第3算出部420は、第8取得部510によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置（つまりは扇風機F）と受聴者Lとの距離Dを算出する。第3算出部420は、実施の形態に係る第1算出部120と同様の方法で、距離Dを算出する。
- [0601] さらに、第3算出部420は、第8取得部510によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト（扇風機F）と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。
- [0602] 第4処理部540は、第8取得部510によって第4オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、空力音コア情報が含む空力音データを、第8取得部510によって取得された第2位置情報が示す位置に基づいて処理する。つまりこの場合には、第1風による第2空力音についての処理が行われる。より具体的には、第4処理部540は、変形例6に係る第3処理部440と同じく、第3算出部420によって算出された距離Dが増加するほど

、空力音の音量が減衰するように空力音データを処理するとよい。第3算出部420によって算出された距離Dは、第2位置情報が示す位置に依存する値である。この場合に第4処理部540によって処理された空力音データは、第1風による第2空力音を示すデータである。

[0603] 第4処理部540は、第8取得部510によって第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、空力音コア情報が含む空力音データを、第8取得部510によって取得された第2位置情報が示す位置に基づかずに処理する。第2風は自然風であるため、第2風の第2想定風速は、第2位置情報が示す受聴者Lの位置に依存せず、一定の値を示す。従って、第4処理部540は、第2位置情報が示す位置に依存せずに、空力音データを処理する。

[0604] 例えば、第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、第4処理部540は、以下の処理を行う。

[0605] 第2風が受聴者Lの耳に到達したときの第2風の風速である耳到達風速を S_{e2} とすると、 S_{e2} は、(式14)を満たす。

[0606] $S_{e2} = \text{第2想定風速} \cdots (\text{式14})$

[0607] また、代表風速を耳到達風速 S_{e2} で割った値を $R2$ とする。さらに、受聴者Lが受聴する第2空力音の音量である $V5$ は、(式15)を満たす。

[0608] $V5 = \text{空力音コア情報の空力音データが示す音量} \times \{ (1/R2) \}^{\gamma} \cdots (\text{式15})$

[0609] 記憶部570は、第8取得部510と、第3算出部420と、第4処理部540と、第7出力部550とが実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。

[0610] つまり、本変形例においては、オブジェクトから放射された風Wである第1風については、受聴者Lの位置に応じて処理が行われる。しかし、自然風である第2風については、受聴者Lの位置に応じた処理ではなく、受聴者Lの位置に依存しない処理が行われる。

[0611] 以下、情報生成装置60によって行われる情報生成方法の動作例12と、

音響信号処理装置 500 によって行われる音響信号処理方法の動作例 13 について説明する。

[0612] [動作例 12]

図 36 は、本変形例に係る情報生成装置 60 の動作例 12 のフローチャートである。

[0613] 図 36 が示すように、はじめに、表示部 66 は、風速と当該風速を表現する言葉とが紐づけられた画像を表示する (S610)。

[0614] 次に、第 3 受付部 61 は、ユーザから、第 1 想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第 1 操作、及び、第 2 想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第 2 操作を受付ける (S620)。なお、このとき第 3 受付部 61 は、ユーザから第 1 風の発生位置、第 1 風向、及び、第 2 風向を示す操作を受付けるとよい。つまり、ユーザが第 3 受付部 61 を操作することで、第 1 風の発生位置、第 1 風向、第 1 想定風速、第 2 風向及び第 2 想定風速が入力される。このステップ S620 が第 3 受付ステップに相当する。

[0615] 次に、第 7 取得部 62 は、第 1 風の発生位置と、第 1 風の第 1 風向と、第 1 風の風速である第 1 想定風速と、第 2 風の第 2 風向と、第 2 風の風速である第 2 想定風速とを取得する (S630)。ここでは、第 7 取得部 62 は、ステップ S620 で入力された第 1 風の発生位置、第 1 風向、第 1 想定風速、第 2 風向及び第 2 想定風速を取得する。このステップ S630 が第 7 取得ステップに相当する。

[0616] 次に、第 4 生成部 63 は、発生位置と第 1 風向と第 1 想定風速とが関連付けられた第 4 オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、第 2 風向と第 2 想定風速とが関連付けられた第 5 オブジェクトオーディオ情報を生成する (S640)。このステップ S640 が第 4 生成ステップに相当する。

[0617] 次に、記憶部 65 には、代表風速と、代表風速の風が受聴者 L の耳に到達することで生じる空力音 (第 2 空力音) を示す空力音データとを含む空力音コア情報が記憶される (S650)。このステップ S650 が記憶ステップ

に相当する。

[0618] 第6出力部64は、第1風の発生位置が仮想空間にある場合には第4生成部63によって生成された第4オブジェクトオーディオ情報を出力し、第1風の発生位置が仮想空間にない場合には第4生成部63によって生成された第5オブジェクトオーディオ情報を出力する(S660)。このとき、第6出力部64は、記憶部65に記憶されている空力音コア情報も出力するとよい。このステップS660が第6出力ステップに相当する。

[0619] [動作例13]

図37は、本変形例に係る音響信号処理装置500の動作例13のフローチャートである。

[0620] 図37が示すように、はじめに、第8取得部510は、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報と、情報生成装置60によって出力された第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報とを取得する(S710)。またこのとき、第8取得部510は、空力音コア情報も取得するとよい。このステップS710が第8取得ステップに相当する。

[0621] 次に、第8取得部510が第4オブジェクトオーディオ情報を取得した場合には、第3算出部420は、以下の処理を行う。つまり、第3算出部420は、第8取得部510によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置と受聴者Lとの距離Dを算出する(S720)。なお、このとき、第3算出部420は、第8取得部510によって取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクト(扇風機F)と受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する。

[0622] 続いて、第4処理部540は、第4オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には空力音コア情報が含む空力音データを取得された第2位置情報が示す位置に基づいて処理し、第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には空力音コア情報が含む空力音データを取得された第2位置情報が

示す位置に基づかずに処理する（Ｓ７３０）。このステップＳ７３０が第４処理ステップに相当する。

[0623] 第７出力部５５０は、第４処理部５４０によって処理された空力音データを出力する（Ｓ７４０）。このステップＳ７４０が第７出力ステップに相当する。

[0624] 本変形例に係る情報生成方法は、発生位置と第１風向と第１想定風速とが関連付けられた第４オブジェクトオーディオ情報、及び、第２風向と第２想定風速とが関連付けられた第５オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。本変形例に係る音響信号処理方法は、空力音データを第２位置情報が示す位置に基づいて処理することで、受聴者Ｌが受聴する仮想空間での第１風による空力音（第２空力音）は、受聴者Ｌが受聴する現実空間での第１風による空力音（第２空力音）に似た音となる。さらに、本変形例に係る音響信号処理方法は、空力音データを第２位置情報が示す位置に基づかずに処理することで、受聴者Ｌが受聴する仮想空間での第２風による空力音（第２空力音）は、受聴者Ｌが受聴する現実空間での第２風による空力音（第２空力音）に似た音となる。つまり、受聴者Ｌは、違和感を覚える空力音（第２空力音）を受聴することがなく、受聴者Ｌは臨場感を得ることができる。

[0625] （実施の形態の変形例８）

以下、実施の形態の変形例８について説明する。以下では、実施の形態の変形例７との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0626] [構成]

まず、本実施の形態の変形例８に係る情報生成装置７０及び音響信号処理装置５００の構成について説明する。図３８は、本変形例に係る情報生成装置７０及び音響信号処理装置５００の機能構成を示すブロック図である。

[0627] 本変形例においては、変形例７に係る音響信号処理装置５００が用いられる。本変形例に係る情報生成装置７０は、第７取得部６２、第４生成部６３及び第６出力部６４にかえて第６取得部７２、第３生成部７３及び第５出力部７４を備える点と、表示部６６とを備えない点とを除いて、変形例７に係

る情報生成装置 70 と同じ構成を有する。

- [0628] 変形例 7 においては、第 1 風と、自然風である第 2 風とが取り扱われた。
本変形例においては、第 1 風は取り扱わず、自然風である第 2 風を取り扱う。
- [0629] 情報生成装置 70 は、第 2 風に係る第 5 オブジェクトオーディオ情報を生成して、音響信号処理装置 500 へ出力する装置である。音響信号処理装置 500 は、出力された第 5 オブジェクトオーディオ情報を取得して、取得された第 5 オブジェクトオーディオ情報に基づいて、音データをヘッドフォン 20 へ出力する装置である。
- [0630] まずは、図 38 が示す情報生成装置 70 について説明する。
- [0631] 情報生成装置 70 は、第 3 受付部 61 と、第 6 取得部 72 と、第 3 生成部 73 と、第 5 出力部 74 と、記憶部 75 とを備える。
- [0632] 第 3 受付部 61 は、情報生成装置 70 のユーザ（例えば、仮想空間内で実行されるコンテンツの作成者）からの操作を受付ける。第 3 受付部 61 は、具体的には、ハードウェアボタンで実現されるが、タッチパネルなどによって実現されてもよい。
- [0633] 第 6 取得部 72 は、仮想空間で吹く第 2 風の第 2 風向と、第 2 想定風速とを取得する。
- [0634] 本変形例においても、仮想空間内で第 2 風が吹いていることから、受聴者 L は、第 2 風が受聴者 L の耳に到達することで生じる空力音（第 2 空力音）を受聴することとなる。
- [0635] なお、第 3 受付部 61 が、ユーザから第 2 風向及び第 2 想定風速を示す操作を受付ける。つまり、ユーザが第 3 受付部 61 を操作することで、第 2 風向及び第 2 想定風速が入力され、第 6 取得部 72 は、入力された第 2 風向及び第 2 想定風速を取得する。
- [0636] 第 3 生成部 73 は、第 6 取得部 72 によって取得された第 2 風向と第 2 想定風速とが関連付けられた第 5 オブジェクトオーディオ情報を生成する。
- [0637] 記憶部 75 は、第 3 受付部 61、第 6 取得部 72、第 3 生成部 73 及び第

5 出力部 7 4 が実行するコンピュータプログラムなどが記憶される記憶装置である。なお、記憶部 7 5 には、代表風速と、代表風速の風が仮想空間における受聴者 L の耳に到達することで生じる空力音（第 2 空力音）を示す空力音データとを含む空力音コア情報が記憶されている。

[0638] 第 5 出力部 7 4 は、第 3 生成部 7 3 によって生成された第 5 オブジェクトオーディオ情報と、記憶部 7 5 に記憶されている空力音コア情報とを、音響信号処理装置 5 0 0 へ出力する。

[0639] さらに、図 3 8 が示す音響信号処理装置 5 0 0 について説明する。

[0640] 本変形例に係る音響信号処理装置 5 0 0 は、第 5 オブジェクトオーディオ情報に係る第 2 風による第 2 空力音についての処理を行う。

[0641] 第 8 取得部 5 1 0 は、情報生成装置 7 0 によって出力された第 5 オブジェクトオーディオ情報と空力音コア情報とを取得する。

[0642] 第 4 処理部 5 4 0 は、空力音コア情報が含む空力音データを、第 8 取得部 5 1 0 によって取得された第 2 位置情報が示す位置に基づかずに処理する。第 4 処理部 5 4 0 は、変形例 7 において第 5 オブジェクトオーディオ情報が取得された場合と同じ処理を行う。

[0643] 以下、情報生成装置 7 0 によって行われる情報生成方法の動作例 1 4 について説明する。

[0644] [動作例 1 4]

図 3 9 は、本変形例に係る情報生成装置 7 0 の動作例 1 4 のフローチャートである。

[0645] 図 3 9 が示すように、はじめに、第 3 受付部 6 1 は、ユーザから第 2 風向及び第 2 想定風速を示す操作を受付ける（S 8 1 0）。

[0646] 次に、第 6 取得部 7 2 は、第 2 風の第 2 風向と、第 2 風の風速である第 2 想定風速とを取得する（S 8 2 0）。ここでは、第 6 取得部 7 2 は、ステップ S 8 1 0 で入力された第 2 風向及び第 2 想定風速を取得する。このステップ S 8 2 0 が第 6 取得ステップに相当する。

[0647] 次に、第 3 生成部 7 3 は、第 2 風向と第 2 想定風速とが関連付けられた第

5オブジェクトオーディオ情報を生成する（S830）。このステップS830が第3生成ステップに相当する。

[0648] 次に、記憶部75には、代表風速と、代表風速の風が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報が記憶される（S840）。このステップS840が記憶ステップに相当する。

[0649] 第5出力部74は、第3生成部73によって生成された第5オブジェクトオーディオ情報を出力する（S850）。このとき、第5出力部74は、記憶部75に記憶されている空力音コア情報も出力するとよい。このステップS850が第5出力ステップに相当する。

[0650] そしてさらに、音響信号処理装置500により処理が行われ、受聴者Lは、第2風による第2空力音を受聴することとなる。

[0651] なお、上記記載したすべての実施例において、想定風速は与えられた値で常に一定であるとして処理したが、実空間においては、風速、特に自然風の風速は、緩やかに変動している。従って、仮想空間において、想定風速を常に一定として空力音が生成されると、生活の実感からみてやや不自然である。そこで、例えば想定風速がSとして与えられた場合、Sを中心として、想定風速を緩やかに、かつ不規則に変動させることで、リアリティが増すこととなる。その場合であっても、空力音を生成する処理は、時々刻々に変動する風速をその瞬間の想定風速であるとして、上記実施例で示した方式に従えばよい。また、風向についても同様である。特に自然風においては風向が一定であることも不自然さの要因となる。そこで、左耳のために出力される空力音の信号と右耳のために出力される空力音の信号との間に音量比、位相差又は時間差等がつけられることで、風向が揺らいていることを表現するように制御してもよい。

[0652] 続いて、パイプライン処理について説明する。

[0653] 上述の音響信号処理装置100で行われる処理の一部または全ては、例えば特許文献2で説明されているようなパイプライン処理の一部として行われてもよい。図40は、図5G及び図5Hのレンダリング部A0203及びA

０２１３がパイプライン処理を行う場合を説明するための機能ブロック図及びステップの一例を示す図である。図４０での説明においては、図５Ｇ及び図５Ｈのレンダリング部Ａ０２０３及びＡ０２１３の一例であるレンダリング部９００を用いて説明する。

[0654] パイプライン処理とは、音響効果を付与するための処理を複数の処理に分割し、各処理を１つずつ順番に実行することを指す。分割された処理のそれぞれでは、例えば、音声信号に対する信号処理、又は信号処理に用いるパラメータの生成などが実行される。

[0655] 本実施の形態におけるレンダリング部９００は、パイプライン処理として、例えば残響効果、初期反射音、距離減衰効果、バイノーラル処理などを施す処理を含む。ただし、上記の処理は一例であり、それ以外の処理を含んでもよいし、一部の処理を含んでいなくてもよい。例えば、レンダリング部９００がパイプライン処理として、回折処理又はオクルージョン処理を含んでもよいし、例えば残響処理が不要な場合は省略されてもよい。また、それぞれの処理をステージと表現し、それぞれの処理の結果生成される反射音などの音声信号をレンダリングアイテムと表現してもよい。パイプライン処理における各ステージの順番と、パイプライン処理に含まれるステージとは図４０に示した例に限られない。

[0656] なお、図４０で示すすべてのステージがレンダリング部９００に備わっていてもよく、一部のステージが省略されたり、レンダリング部９００以外に他のステージが存在したりしてもよい。

[0657] パイプライン処理の一例として、残響処理、初期反射処理、距離減衰処理、選択処理、生成処理、バイノーラル処理のそれぞれで行われる処理について説明する。それぞれの処理では入力信号に含まれるメタデータを解析して、反射音の生成に必要なパラメータを算出する。

[0658] なお、図４０においては、レンダリング部９００は、残響処理部９０１、初期反射処理部９０２、距離減衰処理部９０３、選択部９０４、算出部９０６、生成部９０７及びバイノーラル処理部９０５を備える。ここでは、残響

処理部 901 が残響処理ステップを、初期反射処理部 902 が初期反射処理ステップを、距離減衰処理部 903 が距離減衰処理ステップを、選択部 904 が選択処理ステップを、バイノーラル処理部 905 がバイノーラル処理ステップを行う例について説明する。

[0659] 残響処理ステップでは、残響処理部 901 が残響音を示す音声信号又は音声信号の生成に必要なパラメータを生成する。残響音とは、直接音の後に残響としてリスナに到達する残響音を含む音である。一例として、残響音は、後述する初期反射音がリスナへ到達した後の比較的后期（例えば、直接音の到達時から百数十 ms 程度）の段階で、初期反射音よりも多くの回数（例えば、数十回）の反射を経てリスナへ到達する残響音である。残響処理部 901 は、入力信号に含まれる音声信号及び空間情報を参照し、事前に準備してある残響音を生成するための所定の関数を用いて計算する。

[0660] 残響処理部 901 は、当該音信号に、公知の残響生成方法を適用して、残響を生成してもよい。公知の残響生成方法とは、一例として、シュレーダー法であるが、これに限られない。また、残響処理部 901 は、公知の残響生成処理を適用する際に、空間情報が示す音再生空間の形状及び音響特性を用いる。これにより、残響処理部 901 は、残響を示す音声信号を生成するためのパラメータを算出することができる。

[0661] 初期反射処理ステップでは、初期反射処理部 902 が、空間情報に基づいて、初期反射音を生成するためのパラメータを算出する。初期反射音は、音源オブジェクトから直接音がリスナへ到達した後の比較的前期（例えば、直接音の到達時から数十 ms 程度）の段階で、1 回以上の反射を経てリスナへ到達する反射音である。初期反射処理部 902 は、例えば音信号及びメタデータを参照し、三次元音場（空間）の形状、大きさ、構造物等のオブジェクトの位置、及びオブジェクトの反射率等を用いて、音源オブジェクトからオブジェクトで反射してリスナに到達する反射音の経路を計算する。また、初期反射処理部 902 が直接音の経路も算出してもよい。当該経路の情報が初期反射音を生成するためのパラメータとして用いられるとともに、選択部 9

04における反射音の選択処理のためのパラメータとして用いられてもよい。

[0662] 距離減衰処理ステップでは、距離減衰処理部903が、初期反射処理部902が算出した直接音の経路の長さや反射音の経路の長さとの差に基づいて、リスナに到達する音量を算出する。リスナに到達する音量は、音源の音量に対して、リスナまでの距離に比例して減衰（距離に反比例）するので、直接音の音量は、音源の音量を直接音の経路の長さで除して得ることができ、反射音の音量は、音源の音量を反射音のパスの長さで除して算出することができる。

[0663] 選択処理ステップでは、選択部904が、生成する音を選択する。それ以前のステップで算出されたパラメータに基づいて、選択処理が実行されてもよい。

[0664] 選択処理がパイプライン処理の一部で実行される場合、選択処理において選択されなかった音については、パイプライン処理における選択処理以降の処理を実行する対象としなくてもよい。選択されなかった音について選択処理以降の処理を実行しないことで、選択されなかった音についてバイノーラル処理のみを実行しないことを決定する場合よりも、音響信号処理装置100の演算負荷を低減することが可能になる。

[0665] また、本実施の形態で説明した選択処理がパイプライン処理の一部で実行される場合、選択処理の順番が、パイプライン処理における複数の処理の順番のうちより早い順番で実行されるように設定すると、より多くの選択処理以降の処理を省略できるため、より多くの演算量を削減することができる。例えば算出部906及び生成部907が処理より前の順番で選択処理が実行されると、選択しないことが決定されたオブジェクトに係る空力音についての処理を省略することができ、より音響信号処理装置100における演算量を削減することが出来る。

[0666] また、レンダリングアイテムを生成するパイプライン処理の一部で算出されたパラメータが、選択部904又は算出部906で用いられてもよい。

- [0667] バイノーラル処理ステップでは、バイノーラル処理部 905 が、直接音の音声信号に対して音源オブジェクトの方向からリスナに到達する音として知覚されるように、信号処理を実行する。さらにバイノーラル処理部 905 は、反射音が反射に関わる障害物オブジェクトからリスナに到達する音として知覚されるように、信号処理を実行する。音空間におけるリスナの座標及び向き（つまり、受聴点の位置及び向き）に基づいて、音源オブジェクトの位置又は障害物オブジェクトの位置から音がリスナに到達するように、HRIR (Head-Related Impulse Responses) DB (Data base) を適用する処理を実行する。なお、受聴点は、例えば、リスナの頭部の動きに合わせてその位置及び方向が変化されてもよい。また、リスナの位置を示す情報がセンサから取得されてもよい。
- [0668] パイプライン処理及びバイノーラル処理に用いるプログラム、音響処理に必要な空間情報、HRIR DB、及び、閾値データなどその他のパラメータは、音響信号処理装置 100 に備わるメモリ又は外部から取得する。HRIR (Head-Related Impulse Responses) とは、1 個のインパルスが発生させたときの応答特性である。言い換えれば、HRIR とは、耳殻、人頭及び肩まで含めた周辺物によって生じる音の変化を伝達関数として表現した頭部伝達関数をフーリエ変換することで、周波数領域における表現から時間領域における表現に変換された応答特性である。HRIR DB は、このような情報を含むデータベースである。
- [0669] また、パイプライン処理の一例として、レンダリング部 900 は図示していない処理部を含んでいてもよい。例えば、回折処理部又はオクルージョン処理部を含んでいてもよい。
- [0670] 回折処理部は、三次元音場（空間）におけるリスナと音源オブジェクトとの間にある障害物に起因する回折音を含む音を示す音声信号を生成する処理を実行する。回折音は、音源オブジェクトとリスナとの間に障害物がある場合に、当該障害物を回り込むようにして音源オブジェクトからリスナへ到達する音である。

- [0671] 回折処理部は、例えば音信号及びメタデータを参照し、三次元音場（空間）における音源オブジェクトの位置、リスナの位置、並びに障害物の位置、形状、及び大きさ等を用いて、音源オブジェクトから障害物を迂回してリスナへと到達する経路を計算し、当該経路に基づいて回折音を生成する。
- [0672] オクルージョン処理部は、いずれかのステップで取得した空間情報及び障害物オブジェクトの材質などの情報に基づいて、障害物オブジェクトの向こう側に音源オブジェクトがある場合に漏れ聞こえる音声信号を生成する。
- [0673] なお、上記実施の形態では、音源オブジェクトに付与する位置情報は、仮想空間内における「点」として定義したものであり、所謂「点音源」であるとして発明の詳細を説明した。一方で、仮想空間における音源を定義する方法として、長さ、大きさ又は形状などを有する物体として、点音源でない、空間的に拡張された音源を定義する場合もある。そのような場合は、リスナと音源との距離又は音の到来方向が確定しないので、それに起因する反射音は解析が行われるまでもなく、或いは解析結果の如何にかかわらず、上記選択部904で「選択する」方の処理に限定してもよい。そうすることによって、反射音を選択しないことによって生じるかもしれない音質の劣化を避けることができるからである。又は、当該物体の重心など代表点が定められて、その代表点から音が発生しているとして本開示の処理を適用してもよいが、その場合は、音源の空間的な拡張の情報に応じて閾値を調整した上で本開示の処理を適用してもよい。
- [0674] 続いて、ビットストリームの構造例について説明する。
- [0675] ビットストリームには、例えば、音声信号と、メタデータと、が含まれる。音声信号は、音の周波数及び強弱に関する情報などを示す、音が表現された音データである。メタデータに含まれる空間情報は、音声信号に基づく音を聞くリスナが位置する空間に関する情報である。具体的には、空間情報は、当該音の音像を、音空間（例えば、三次元音場内）における所定の位置に定位させる際の、つまり、リスナに所定方向から到達する音として知覚させる際の当該所定の位置（定位位置）に関する情報である。空間情報には、例

えば、音源オブジェクト情報と、リスナの位置を示す位置情報と、が含まれる。

[0676] 音源オブジェクト情報は、音声信号に基づく音を発生させる、つまり、音声信号を再生する物体を示すオブジェクトの情報であって、当該物体が配置される実空間に対応する仮想的な空間である音空間に配置される仮想的なオブジェクト（音源オブジェクト）に関する情報である。音源オブジェクト情報は、例えば、音空間に配置される音源オブジェクトの位置を示す情報、音源オブジェクトの向きに関する情報、音源オブジェクトが発する音の指向性に関する情報、音源オブジェクトが生物に属するか否かを示す情報、及び、音源オブジェクトが動体であるか否かを示す情報などを含む。例えば、音声信号は、音源オブジェクト情報が示す1以上の音源オブジェクトに対応している。

[0677] ビットストリームのデータ構造の一例として、ビットストリームは、例えばメタデータ（制御情報）と音声信号とで構成される。

[0678] 音声信号とメタデータとは一つのビットストリームに格納されていてもよいし、複数のビットストリームに別々に格納されていてもよい。同様に音声信号とメタデータとは一つのファイルに格納されていてもよいし、複数のファイルに別々に格納されていてもよい。

[0679] ビットストリームは音源ごとに存在してもよいし、再生時間ごとに存在してもよい。再生時間ごとにビットストリームが存在する場合、同時に複数のビットストリームが並列で処理されてもよい。

[0680] メタデータは、ビットストリームごとに付与されてもよく、複数のビットストリームを制御する情報としてまとめて付与されてもよい。また、メタデータは、再生時間ごとに付与されてもよい。

[0681] 音声信号とメタデータとは、複数のビットストリーム又は複数のファイルに別々に格納されている場合、一つ又は一部のビットストリーム又はファイルに関連する他のビットストリーム又はファイルを示す情報が含まれていてもよいし、全てのビットストリーム又はファイルのそれぞれに関連する他の

ビットストリーム又はファイルを示す情報が含まれていてもよい。ここで、関連するビットストリーム又はファイルとは、例えば、音響処理の際に同時に用いられる可能性のあるビットストリーム又はファイルである。また、関連するビットストリーム又はファイルには、関連する他のビットストリーム又はファイルを示す情報をまとめて記述したビットストリーム又はファイルが含まれていてもよい。ここで、関連する他のビットストリーム又はファイルを示す情報とは、例えば当該他のビットストリームを示す識別子又は他のファイルを示すファイル名又はURL (Uniform Resource Locator) 又はURI (Uniform Resource Identifier) などである。この場合、第1取得部110は、関連する他のビットストリーム又はファイルを示す情報に基づいてビットストリーム又はファイルを特定又は取得する。また、ビットストリーム内に関連する他のビットストリームを示す情報が含まれていると共に、ビットストリーム内に別のビットストリーム又はファイルに関連するビットストリーム又はファイルを示す情報を含めていてもよい。ここで、関連するビットストリーム又はファイルを示す情報を含むファイルとは、例えばコンテンツの配信に用いられるマニフェストファイルなどの制御ファイルであってもよい。

[0682] なお、全てのメタデータ又は一部のメタデータは音声信号のビットストリーム以外から取得されてもよい。例えば、音響を制御するメタデータと映像を制御するメタデータとのいずれかがビットストリーム以外から取得されてもよいし、両方のメタデータがビットストリーム以外から取得されてもよい。また、映像を制御するメタデータが音声信号再生システムで取得されるビットストリームに含まれる場合は、音声信号再生システムは映像の制御に用いることができるメタデータを、画像を表示する表示装置、又は立体映像を再生する立体映像再生装置に対して出力する機能を備えていてもよい。

[0683] さらに、メタデータに含まれる情報の例について説明する。

[0684] メタデータは、音空間で表現されるシーンを記述するために用いられる情報であってもよい。ここでシーンとは、メタデータを用いて、音声信号再生

システムでモデリングされる、音空間における三次元映像及び音響イベントを表すすべての要素の集合体を指す用語である。つまり、ここでいうメタデータとは、音響処理を制御する情報だけでなく、映像処理を制御する情報も含んでいてもよい。勿論、メタデータには、音響処理と映像処理とのいずれか一方だけを制御する情報が含まれていてもよいし、両方の制御に用いられる情報が含まれていてもよい。

[0685] 音声信号再生システムは、ビットストリームに含まれるメタデータ及び、追加で取得されるインタラクティブなリスナの位置情報などを用いて、音声信号に音響処理を行うことで、仮想的な音響効果を生成する。本実施の形態では、音響効果のうち、初期反射処理と、障害物処理と、回折処理と、遮断処理と、残響処理とを行う場合を説明するが、メタデータを用いてほかの音響処理を行ってもよい。例えば、音声信号再生システムは、距離減衰効果、ローカリゼーション、ドップラー効果などの音響効果を付加することが考えられる。また、音響効果の全て又は一部のオンオフを切り替える情報、優先度情報をメタデータとして付加してもよい。

[0686] また、一例として、符号化されたメタデータは、音源オブジェクト及び障害物オブジェクトを含む音空間に関する情報と、当該音の音像を音空間内において所定位置に定位させる（つまり、所定方向から到達する音として知覚させる）際の定位位置に関する情報とを含む。ここで、障害物オブジェクトは、音源オブジェクトが発する音がリスナへと到達するまでの間において、例えば音を遮ったり、音を反射したりして、リスナが知覚する音に影響を及ぼし得るオブジェクトである。障害物オブジェクトは、静止物体の他に、人等の動物、又は機械等の動体を含み得る。また、音空間に複数の音源オブジェクトが存在する場合、任意の音源オブジェクトにとっては、他の音源オブジェクトは障害物オブジェクトとなり得る。建材又は無生物などの音を発しないオブジェクトである非発音オブジェクトも、音を発する音源オブジェクトも障害物オブジェクトとなり得る。

[0687] メタデータには、音空間の形状、音空間に存在する障害物オブジェクトの

形状情報及び位置情報、音空間に存在する音源オブジェクトの形状情報及び位置情報、並びに音空間におけるリスナの位置及び向きをそれぞれ表す情報のすべて又は一部が含まれる。

[0688] 音空間は、閉空間又は開空間のいずれであってもよい。また、メタデータには、例えば床、壁、又は天井等の音空間において音を反射し得る構造物の反射率、及び音空間に存在する障害物オブジェクトの反射率を表す情報が含まれる。ここで、反射率は、反射音と入射音とのエネルギーの比であって、音の周波数帯域ごとに設定されている。勿論、反射率は、音の周波数帯域に依らず、一律に設定されていてもよい。音空間が開空間の場合は、例えば一律で設定された減衰率、回折音、初期反射音などのパラメータが用いられてもよい。

[0689] 上記説明では、メタデータに含まれる障害物オブジェクト又は音源オブジェクトに関するパラメータとして、反射率を挙げたが反射率以外の情報を含んでいてもよい。例えば、反射率以外の情報は、音源オブジェクト及び非発音オブジェクトの両方に関わるメタデータとして、オブジェクトの素材に関する情報を含んでいてもよい。具体的には、反射率以外の情報は、拡散率、透過率、吸音率などのパラメータを含んでいてもよい。

[0690] 音源オブジェクトに関する情報として、音量、放射特性（指向性）、再生条件、ひとつのオブジェクトから発せられる音源の数及び種類、並びに、オブジェクトにおける音源領域を指定する情報などを含めてもよい。再生条件では例えば、継続的に流れ続ける音なのかイベント発動する音なのかが定められてもよい。オブジェクトにおける音源領域は、リスナの位置とオブジェクトの位置との相対的な関係で定めてもよいし、オブジェクトを基準として定めてもよい。オブジェクトにおける音源領域がリスナの位置とオブジェクトの位置との相対的な関係で定められる場合、リスナがオブジェクトを見ている面を基準とし、リスナから見てオブジェクトの右側からは音C、左側からは音Eが発せられているようにリスナに知覚させることができる。オブジェクトにおける音源領域がオブジェクトを基準として定められる場合、リス

ナの見ている方向に関わらず、オブジェクトのどの領域からどの音を出すかは固定にすることができる。例えばオブジェクトを正面から見たときの右側からは高い音、左側からは低い音が流れているようにリスナに知覚させることができる。この場合、リスナがオブジェクトの背面に回り込んだ場合、背面から見て右側からは低い音、左側からは高い音が流れているようにリスナに知覚させることができる。

[0691] 空間に関するメタデータとして、初期反射音までの時間、残響時間、直接音と拡散音との比率などを含めることができる。直接音と拡散音との比率がゼロの場合、直接音のみをリスナに知覚させることができる。

[0692] (効果など)

本実施の形態に係る音響信号処理方法は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とオブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、仮想空間における第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を取得する第1取得ステップと、取得されたオブジェクト情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dを算出する第1算出ステップと、取得されたオブジェクト情報が含む第1識別情報に基づいて、算出された距離Dに応じた音量の処理をする第1処理手段、及び、第1処理手段とは異なる態様で算出された距離Dに応じた音量の処理をする第2処理手段のうち、第1音データを処理する処理手段を決定する決定ステップと、決定された処理手段で第1音データを処理する第1処理ステップと、処理された第1音データを出力する第1出力ステップと、を含む。

[0693] これにより、第1識別情報に応じて第1音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受

聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0694] 本実施の形態に係る音響信号処理方法では、第1処理手段は、音量が、算出された距離Dが増加するに従って反比例して減衰するように第1音データを処理する処理手段であり、第2処理手段は、音量が、算出された距離Dが増加するに従って第1処理手段とは異なる態様で増減するように第1音データを処理する処理手段である。

[0695] これにより、第1識別情報に応じて、音量が距離Dが増加するに従って反比例して減衰するように第1音データを処理する第1処理手段又は音量が距離Dが増加するに従って第1処理手段とは異なる態様で増減するような第2処理手段が用いられるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0696] 本実施の形態に係る音響信号処理方法では、取得されたオブジェクト情報は、第1音とは異なる音であってオブジェクトに起因する第2音を示す第2音データと、第2音データに対する処理手段を示す第2識別情報とを含み、決定ステップでは、取得されたオブジェクト情報が含む第2識別情報に基づいて、第1処理手段及び第2処理手段のうち、第2音データを処理する処理手段を決定し、第1処理ステップでは、決定された処理手段で第2音データを処理し、第1出力ステップでは、処理された第2音データを出力し、オブジェクトは、第1音データ及び第2音データを含む複数の音データと関連付けられるオブジェクトである。

[0697] これにより、第2識別情報に応じて第2音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2音も、受聴者Lが受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、算出された距離Dに応じて、第1音と第2音との音量バランスが現実空間で生じる音量バランスのように変動する。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、

受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0698] 本実施の形態に係る音響信号処理方法では、第2処理手段は、音量が、距離Dの x 乗（ $x \neq 1$ ）で減衰するように第1音データを処理する処理手段である。つまり、第2処理手段は、音量が、距離Dの x 乗（ $x \neq 1$ ）に従って減衰するように第1音データを処理する処理手段であり、さらに言えば、音量が、距離Dの増加に従って距離Dの x 乗（ $x \neq 1$ ）で減衰するように第1音データを処理する処理手段である。

[0699] これにより、第1処理ステップでは、音量が距離Dの x 乗で減衰するように第1音データを処理する第2処理手段を用いることができる。

[0700] 本実施の形態に係る音響信号処理方法では、第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 x の値を示す。

[0701] これにより、第1識別情報は処理手段が第2処理手段であることを示すことができ、第1処理ステップでは第1識別情報が示す x の値にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0702] 本実施の形態に係る音響信号処理方法では、第1音が、オブジェクトの移動にともない生じる空力音である場合には、第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 x が α であり α が実数であり α が下記式を満たすことを示す。

[0703] $\alpha > 1$

[0704] これにより、第1処理ステップでは、第1音が空力音（第1空力音）である場合に、第1識別情報が示す x の値である α にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0705] 実施の形態の変形例2に係る音響信号処理方法では、第1音がオブジェクトから放射された風が受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音である場合には、第1識別情報は、第1音データに対する処理手段が第2処理手段であること、及び、 x が β であり β が実数であり β が下記式を満たすことを示す。

[0706] $\beta > 2$

[0707] これにより、第1処理ステップでは、第1音がオブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）である場合に、第1識別情報が示すxの値である β にしたがって、第1音データを処理することができる。

[0708] 実施の形態の変形例2に係る音響信号処理方法では、 α 及び β は、下記式を満たす。

[0709] $\alpha < \beta$

[0710] これにより、第1処理ステップでは、 $\alpha < \beta$ を満たす α 又は β を用いて第1音データを処理することができる。

[0711] 本実施の形態に係る音響信号処理方法は、ユーザから α 又は β の値を指定する操作を受付ける第1受付ステップを含む。

[0712] これにより、第1処理ステップでは、ユーザに指定された α 又は β の値を用いて第1音データを処理することができる。

[0713] 実施の形態の変形例1に係る音響信号処理方法では、第1識別情報は、第1処理手段を実行するか否かを示す情報であり、決定ステップでは、取得された第1識別情報に基づいて、第1処理手段を実行するか否かを決定し、かつ、第1処理手段が実行されるか否かに関わらず、第2処理手段を実行することを決定し、第2処理手段は、算出された距離Dが所定の閾値以内である場合に、音量が、所定の値となるように第1音データを処理する処理手段である。

[0714] これにより、第1処理ステップでは、距離Dが所定の閾値以内である場合にだけ、音量が所定の値となることで、非現実的な効果を演出することができ、かつ、現実的に生じる自然な距離減衰効果も付与することができるように第1音データを処理する第2処理手段を用いることができる。

[0715] 実施の形態の変形例1に係る音響信号処理方法では、所定の閾値は、パーソナルスペースに応じた値である。

[0716] これにより、第1処理ステップでは、パーソナルスペースに応じた値であ

る所定の閾値を用いて、第1音データを処理することができるので、物理的な距離による距離減衰効果では表現できない心理的な距離感を演出することができる。

[0717] 実施の形態の変形例1に係る音響信号処理方法は、ユーザから所定の閾値が第1指定値であることを指定する操作を受付ける第1受付ステップを含む。

[0718] これにより、第1処理ステップでは、ユーザに指定された第1指定値を用いて第1音データを処理することができる。

[0719] 実施の形態の変形例3に係る情報生成方法は、仮想空間における受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データと、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とを取得する第2取得ステップと、取得された第1音データと取得された第1位置情報とから、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で第1音を再生させるオブジェクトに関する情報と第1位置情報とを含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する第1生成ステップと、を含む。

[0720] これにより、オブジェクトの位置に、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データが関連付けられた第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど第1音の音量が減衰するように第1音データが処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0721] 実施の形態の変形例3に係る情報生成方法では、オブジェクトは、風Wを放射し、受聴者Lは、放射された風Wを浴び、第1音は、オブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音である。

- [0722] これにより、第1音を、オブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）とすることができる情報生成方法が実現される。
- [0723] 実施の形態の変形例3に係る情報生成方法では、第1生成ステップでは、さらに単位距離情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、単位距離情報は、基準となる距離である単位距離と、オブジェクトの位置から単位距離離れた位置における空力音を示す空力音データとを含む情報である。
- [0724] これにより、単位距離情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離及び空力音データに基づいて、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。
- [0725] 実施の形態の変形例3に係る情報生成方法では、第1生成ステップでは、さらに指向性情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、指向性情報は、放射された風Wの方向に応じた特性を示す情報であり、単位距離情報に示される空力音データは、指向性情報に示されるオブジェクトが風を放射する正面方向に、オブジェクトの位置から単位距離離れた位置における空力音を示すデータである。
- [0726] これにより、指向性情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離、空力音データ及び指向性情報に基づいて、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

- [0727] 実施の形態の変形例3に係る情報生成方法では、第1生成ステップでは、第1音の再生時において、オブジェクトから生じた第1音を示す第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理を行うか否かを示すフラグ情報をさらに含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する。
- [0728] これにより、フラグ情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第1オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、第1音データに基づく第1音信号に頭部伝達関数が畳み込まれる場合があるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。
- [0729] 実施の形態の変形例3に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dを算出する第2算出ステップと、算出された距離Dが増加するほど、第1音の音量が減衰するように第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。
- [0730] これにより、第3取得ステップでは、オブジェクトの位置に、オブジェクトに起因して受聴者Lの位置に関連する位置で生じる第1音を示す第1音データが関連付けられた第1オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど第1音の音量が減衰するように第1音データが処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音が再現された音となる。

このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0731] 実施の形態の変形例3に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、風Wを放射するオブジェクトと受聴者Lとの距離Dを算出する第2算出ステップと、算出された距離Dが増加するほど、第1音の音量が減衰するように第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0732] これにより、第1音を、オブジェクトから放射された風Wが受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音（第2空力音）とすることができる音響信号処理方法が実現される。

[0733] 実施の形態の変形例3に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、風Wを放射するオブジェクトと受聴者Lとの距離Dを算出する第2算出ステップと、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む単位距離情報が示す単位距離よりも算出された距離Dが大きい場合に、算出された距離Dと単位距離とに応じて、第1音の音量が減衰するように第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0734] これにより、第3取得ステップでは、単位距離情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離及び空力音データに基づ

いて、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0735] 実施の形態の変形例3に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法によって生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1音の受聴者Lの位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む第1位置情報、及び、取得された第2位置情報に基づいて、風Wを放射するオブジェクトと受聴者Lとの距離D、及び、オブジェクトと受聴者Lとを結ぶ二点間方向を算出する第2算出ステップと、正面方向と算出された二点間方向とがなす角度及び指向性情報が示す特性に基づいて第1音の音量を制御するように、かつ、取得された第1オブジェクトオーディオ情報が含む単位距離情報が示す単位距離よりも算出された距離Dが大きい場合に算出された距離Dと単位距離とに応じて第1音の音量が減衰するように、第1音データを処理する第2処理ステップと、処理された第1音データを出力する第2出力ステップとを含む。

[0736] これにより、第3取得ステップでは、指向性情報を含む第1オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、単位距離、空力音データ及び指向性情報に基づいて、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0737] 実施の形態の変形例4に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法で生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1位置情報とオブジェクトに起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた第2オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップ

と、取得された第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をせず、かつ、取得された第2オブジェクトオーディオ情報が示す第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理されていない第1音信号、及び、処理された第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0738] これにより、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2音は、第2音データに基づく第2音信号に頭部伝達関数が畳み込まれるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2音が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0739] 実施の形態の変形例4に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法で生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、第1位置情報とオブジェクトに起因する第2音を示す第2音データとが関連付けられた第2オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1音データに基づく第1音信号に風Wが到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された第2オブジェクトオーディオ情報が示す第2音データに基づく第2音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された第1音信号、及び、処理された第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0740] これにより、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）は、第1音データに基づく第1音信号に風Wが到来する方向に依存した処理が行われるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2音は、第2音データに基づく第2音信号に頭部伝達関数が畳み込まれるため、受聴者Lが受聴する現実空間での第2音に似た音となり、より具体的には、現実空間での

第2音が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0741] 実施の形態の変形例5に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法で生成された第1オブジェクトオーディオ情報、取得された第1音データ、及び、オブジェクトとは異なるオブジェクトであって仮想空間における他のオブジェクトの位置を示す第3位置情報と他のオブジェクトの位置で発生する第3音を示す第3音データとが関連付けられた第3オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、取得された第1音データに基づく第1音信号に風Wが到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された第3オブジェクトオーディオ情報が示す第3音データに基づく第3音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、処理された第1音信号、及び、処理された第3音信号を出力する第2出力ステップとを含む。

[0742] これにより、仮想空間にオブジェクト及び他のオブジェクトを含む複数のオブジェクトが設けられた場合に、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1音（第2空力音）及び第3音は、それぞれ受聴者Lが受聴する現実空間での第1音（第2空力音）及び第3音に似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0743] 実施の形態の変形例6に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、第1風の第1風向と、第1風の風速である第1想定風速とを取得する第4取得ステップと、取得された発生位置と、第1風向と、第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する第2生成ステップと、代表風速と、代表風速の風が仮想空間における受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成された第4オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている空力音コア情報とを出力する第3出力ステップとを含む。

- [0744] これにより、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第4オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど空力音（第2空力音）の音量が減衰するように空力音データが処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。
- [0745] 実施の形態の変形例6に係る情報生成方法では、第1想定風速は、第1風向の方向に発生位置から基準となる距離である単位距離離れた位置での第1風の風速である。
- [0746] これにより、第1想定風速として、単位距離離れた位置での第1風の風速を用いることができる。
- [0747] 実施の形態の変形例6に係る情報生成方法は、ユーザから単位距離が第2指定値であることを指定する操作を受け付ける第2受付ステップを含む。
- [0748] これにより、ユーザに指定された第2指定値である単位距離を用いて第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。
- [0749] 実施の形態の変形例6に係る情報生成方法は、ユーザから第1風の方角に応じた特性を示す指向性情報を指定する操作を受け付ける第2受付ステップを含み、第2生成ステップでは、取得された発生位置、第1風向及び第1想定風速と、受け付けられた操作が示す指向性情報とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する。
- [0750] これにより、発生位置、第1風向、第1想定風速及びユーザに指定された指向性情報が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。
- [0751] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法で出

力された第4オブジェクトオーディオ情報及び空力音コア情報と、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報とを取得する第5取得ステップと、取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置と受聴者Lとの距離Dを算出する第3算出ステップと、算出された距離Dが増加するほど、空力音の音量が減衰するように空力音データを処理する第3処理ステップと、処理された空力音データを出力する第4出力ステップとを含む。

[0752] これにより、第5取得ステップでは、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど空力音（第2空力音）の音量が減衰するように空力音データが処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0753] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、第3処理ステップでは、受聴者Lの耳に到達したときの第1風の風速である耳到達風速に基づいて、空力音データを処理し、耳到達風速は、算出された距離Dが増加するほど、風速が減速する。

[0754] これにより、耳到達風速に基づいて、空力音データが処理されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0755] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、耳到達風速は、算出された距離Dを単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である。

[0756] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0757] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、 z は、下記式を満たす。

$$[0758] \quad z = 1$$

[0759] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0760] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、第3処理ステップでは、空力音の音量が、代表風速を耳到達風速で割った値の γ 乗で減衰するように、空力音データを処理する。

[0761] これにより、空力音（第2空力音）の音量がより正確な音量となるように空力音データが処理されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0762] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、 γ 及び z は、下記式を満たす。

$$[0763] \quad \gamma \times z < 4$$

[0764] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感を

より覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0765] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法は、上記情報生成方法で出力された第4オブジェクトオーディオ情報、及び、空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む空力音コア情報と、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報とを取得する第5取得ステップと、取得された第4オブジェクトオーディオ情報が含む発生位置、及び、取得された第2位置情報に基づいて、発生位置と受聴者Lとの距離Dを算出する第3算出ステップと、算出された距離Dが増加するほど、空力音の周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように空力音データを処理する第3処理ステップと、処理された空力音データを出力する第4出力ステップとを含む。

[0766] これにより、第5取得ステップでは、発生位置、第1風向及び第1想定風速が関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。したがって、オブジェクトと受聴者Lとの距離Dが増加するほど空力音（第2空力音）の周波数成分の分布が低周波数側にシフトされるように空力音データが処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0767] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、第3処理ステップでは、受聴者Lの耳に到達したときの第1風の風速である耳到達風速に基づいて、空力音データを処理し、耳到達風速は、算出された距離Dが増加するほど、風速が減速する。

[0768] これにより、耳到達風速に基づいて、空力音データが処理されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴

者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。
つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0769] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、耳到達風速は、算出された距離Dを単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である。

[0770] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0771] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、 z は、下記式を満たす。

[0772] $z = 1$

[0773] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0774] 実施の形態の変形例6に係る音響信号処理方法では、第3処理ステップでは、空力音の周波数成分の分布を、代表風速を耳到達風速で割った値の逆数倍の周波数にシフトさせるように、空力音データを処理する。

[0775] これにより、より正確な耳到達風速が算出されるため、受聴者Lが受聴する仮想空間での空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での空力音（第2空力音）により似た音となる。このため、受聴者Lは違和感をより覚え難く、受聴者Lは臨場感をより得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感をより与えることができる。

[0776] 実施の形態の変形例8に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第2風の第2風向と、第2風の風速である第2想定風速とを取得する第6取得ステップ

と、取得された第2風向と、第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第3生成ステップと、代表風速と、代表風速の風が仮想空間における受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、生成された第5オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている空力音コア情報とを出力する第5出力ステップとを含む。

[0777] これにより、第2風向と第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成することができる。この第5オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、風Wの発生源が定まらない風W（屋外に吹く自然な風）を再現することができ、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0778] 実施の形態の変形例7に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第1風の発生位置と、第1風の第1風向と、第1風の風速である第1想定風速と、仮想空間で吹く第2風の第2風向と、第2風の風速である第2想定風速とを取得する第7取得ステップと、取得された発生位置と第1風向と第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、取得された第2風向と第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第4生成ステップと、生成された第4オブジェクトオーディオ情報と生成された第5オブジェクトオーディオ情報とを出力する第6出力ステップとを含む。

[0779] これにより、発生位置と第1風向と第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報、及び、第2風向と第2想定風速とが関連付け

られた第5オブジェクトオーディオ情報を生成することができるので、同一の仮想空間に、2種類の風、すなわち、風Wの発生源が特定できる風W（扇風機F、排気孔、風穴など）と風Wの発生源が特定できない風W（自然に生じているそよ風、暴風など）とが生成されることができる。さらに、この第4オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づいて処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1風による空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、この第5オブジェクトオーディオ情報が音響信号処理方法で用いられた場合には、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0780] 実施の形態の変形例7に係る情報生成方法では、第6出力ステップは、第1風の発生位置が仮想空間にある場合、生成された第4オブジェクトオーディオ情報を出力する。

[0781] これにより、情報生成方法は、発生位置に応じて第4オブジェクトオーディオ情報の出力の可否を判断することができる。

[0782] 実施の形態の変形例7に係る情報生成方法では、第6出力ステップは、第1風の発生位置が仮想空間にない場合、生成された第5オブジェクトオーディオ情報を出力する。

[0783] これにより、情報生成方法は、発生位置に応じて第5オブジェクトオーディオ情報の出力の可否を判断することができる。

[0784] 実施の形態の変形例7に係る情報生成方法は、代表風速と、代表風速の風

が仮想空間における受聴者Lの耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップを含み、第6出力ステップでは、記憶されている空力音コア情報を出力する。

[0785] これにより、出力された空力音コア情報が含む空力音データが音響信号処理方法で用いられた場合には、空力音コア情報を第1風、第2風に共通に適用できるので、空力音コア情報を格納するメモリ領域を少なくすることができ、しかも、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1風による空力音（第2空力音）は受聴者Lが受聴する現実空間での第1風による空力音（第2空力音）に似た音となり、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は受聴者Lが受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、情報生成方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0786] 実施の形態の変形例7に係る情報生成方法は、風速と風速を表現する言葉とが紐づけられた画像を表示する表示ステップと、第1想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第1操作を受け、第2想定風速として表示された画像が示す風速を指定する第2操作を受け、第3受付ステップとを含み。

[0787] これにより、ユーザに指定された風速を第1想定風速として、かつ、ユーザに指定された風速を第2想定風速として利用することができる。

[0788] 実施の形態の変形例7に係る音響信号処理方法は、仮想空間における受聴者Lの位置を示す第2位置情報と、上記情報生成方法により出力された第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報を取得する第8取得ステップと、第4オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、空力音コア情報が含む空力音データを取得された第2位置情報が示す位置に基づいて処理し、第5オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、空力音コア情報が含む空力音データを取得された第2位置情報が示す位置に基づかずに処理する第4処理ステップと、処理された空力音データを

出力する第7出力ステップとを含む。

[0789] これにより、第8取得ステップでは、第4オブジェクトオーディオ情報又は第5オブジェクトオーディオ情報を取得することができる。従って、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づいて処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第1風による空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第1風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第1風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。さらに、空力音データが第2位置情報が示す位置に基づかずに処理されることで、受聴者Lが受聴する仮想空間での第2風による空力音（第2空力音）は、受聴者Lが受聴する現実空間での第2風による空力音（第2空力音）に似た音となり、より具体的には、現実空間での第2風による空力音（第2空力音）が再現された音となる。このため、受聴者Lは違和感を覚え難く、受聴者Lは臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理方法は、受聴者Lに臨場感を与えることができる。

[0790] また、本実施の形態及び変形例1～8に係るコンピュータプログラムは、上記記載の音響信号処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。

[0791] これにより、コンピュータが、コンピュータプログラムに従って、上記の音響信号処理方法を実行することができる。

[0792] また、本実施の形態及び変形例1～8に係るコンピュータプログラムは、上記記載の情報生成方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。

[0793] これにより、コンピュータが、コンピュータプログラムに従って、上記の情報生成方法を実行することができる。

[0794] 本実施の形態に係る音響信号処理装置100は、仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とオブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、仮想空間における第1音の受聴者Lの位置を示す第

2 位置情報を取得する第 1 取得部 110 と、取得されたオブジェクト情報が含む第 1 位置情報、及び、取得された第 2 位置情報に基づいて、オブジェクトと受聴者 L との距離 D を算出する第 1 算出部 120 と、取得されたオブジェクト情報が含む第 1 識別情報に基づいて、算出された距離 D に応じた音量の処理をする第 1 処理手段、及び、第 1 処理手段とは異なる態様で算出された距離 D に応じた音量の処理をする第 2 処理手段のうち、第 1 音データを処理する処理手段を決定する決定部 130 と、決定された処理手段で第 1 音データを処理する第 1 処理部 140 と、処理された第 1 音データを出力する第 1 出力部 150 と、を備える。

[0795] これにより、第 1 識別情報に応じて第 1 音の音量の処理手段が変更されることができるため、受聴者 L が受聴する仮想空間での第 1 音は、受聴者 L が受聴する現実空間での第 1 音に似た音となり、より具体的には、現実空間での第 1 音が再現された音となる。このため、受聴者 L は違和感を覚え難く、受聴者 L は臨場感を得ることができる。つまりは、音響信号処理装置 100 は、受聴者 L に臨場感を与えることができる。

[0796] (その他の実施の形態)

以上、本開示の態様に係る音響信号処理方法、音響信号処理装置、情報生成方法及び情報生成装置について、実施の形態及び変形例に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態及び変形例に限定されるものではない。例えば、本明細書において記載した構成要素を任意に組み合わせ、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本開示の実施の形態としてもよい。また、上記実施の形態及び変形例に対して本開示の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本開示に含まれる。

[0797] また、本開示の第 50 態様に係る情報生成方法は、仮想空間で吹く第 1 風の発生位置と、前記第 1 風の第 1 風向と、前記第 1 風の風速である第 1 想定風速と、前記仮想空間で吹く第 2 風の第 2 風向と、前記第 2 風の風速である第 2 想定風速とを取得する第 7 取得ステップと、取得された前記発生位置と

前記第 1 風向と前記第 1 想定風速とが関連付けられた第 4 オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、取得された前記第 2 風向と前記第 2 想定風速とが関連付けられた第 5 オブジェクトオーディオ情報を生成する第 4 生成ステップと、前記第 7 取得ステップで取得された前記発生位置と、前記第 1 風向と、前記第 1 想定風速と、前記第 2 風向と、前記第 2 想定風速とのうち少なくとも 1 つに基づいて、前記第 4 生成ステップで生成された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報及び前記第 5 オブジェクトオーディオ情報のうちいずれのオブジェクトオーディオ情報を出力するかを決定する決定ステップを含む。

[0798] また、例えば、本開示の第 5 1 態様に係る情報生成方法は、前記決定ステップは、前記第 1 風の前記発生位置に応じて、生成された第 4 オブジェクトオーディオ情報又は第 5 オブジェクトオーディオ情報のいずれのオブジェクトオーディオ情報を出力するかを決定し、前記情報生成方法は、決定された前記オブジェクトオーディオ情報を出力する第 6 出力ステップをさらに含む、第 5 0 態様に係る情報生成方法である。

[0799] また、例えば、本開示の第 5 2 態様に係る情報生成方法は、前記決定ステップは、前記第 1 風の前記発生位置が前記仮想空間にある場合、生成された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報を出力することを決定し、前記第 6 出力ステップは、前記第 4 オブジェクトオーディオ情報を出力する、第 5 1 態様に係る情報生成方法である。

[0800] また、例えば、本開示の第 5 3 態様に係る情報生成方法は、前記決定ステップは、前記第 1 風の前記発生位置が前記仮想空間にない場合、生成された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報を出力しないことを決定する、第 5 0 態様に係る情報生成方法である。

[0801] また、例えば、本開示の第 5 4 態様に係る情報生成方法は、前記決定ステップは、前記第 1 風の前記発生位置が前記仮想空間にない場合、前記第 4 生成ステップで生成された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報及び前記第 5 オブジェクトオーディオ情報のうちいずれのオブジェクトオーディオ情報も

出力しないことを決定する、第50態様に係る情報生成方法である。

[0802] また、例えば、本開示の第55態様に係る情報生成方法は、前記決定ステップは、前記第1風の前記発生位置が前記仮想空間にない場合、生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報を出力することを決定し、前記第6出力ステップは、前記第5オブジェクトオーディオ情報を出力する、第51態様に係る情報生成方法である。

[0803] また、以下に示す形態も、本開示の一つ又は複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

[0804] (1) 上記の音響信号処理装置及び情報生成装置を構成する構成要素の一部は、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニット、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムであってもよい。前記RAM又はハードディスクユニットには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わせられて構成されたものである。

[0805] (2) 上記の音響信号処理装置及び情報生成装置を構成する構成要素の一部は、1個のシステムLSI (Large Scale Integration: 大規模集積回路) から構成されているとしてもよい。システムLSIは、複数の構成部を1個のチップ上に集積して製造された超多機能LSIであり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAMなどを含んで構成されるコンピュータシステムである。前記RAMには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システムLSIは、その機能を達成する。

[0806] (3) 上記の音響信号処理装置及び情報生成装置を構成する構成要素の一部は、各装置に脱着可能なICカード又は単体のモジュールから構成されて

いるとしてもよい。前記ＩＣカード又は前記モジュールは、マイクロプロセッサ、ＲＯＭ、ＲＡＭなどから構成されるコンピュータシステムである。前記ＩＣカード又は前記モジュールは、上記の超多機能ＬＳＩを含むとしてもよい。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、前記ＩＣカード又は前記モジュールは、その機能を達成する。このＩＣカード又はこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしてもよい。

[0807] (４) また、上記の音響信号処理装置及び情報生成装置を構成する構成要素の一部は、前記コンピュータプログラム又は前記デジタル信号をコンピュータで読み取り可能な記録媒体、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＭＯ、ＤＶＤ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＡＭ、ＢＤ（Ｂｌｕ－ｒａｙ（登録商標） Ｄｉｓｃ）、半導体メモリなどに記録したものとしてもよい。また、これらの記録媒体に記録されているデジタル信号であるとしてもよい。

[0808] また、上記の音響信号処理装置及び情報生成装置を構成する構成要素の一部は、前記コンピュータプログラム又は前記デジタル信号を、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしてもよい。

[0809] (５) 本開示は、上記に示す方法であるとしてもよい。また、これらの方法をコンピュータにより実現するコンピュータプログラムであるとしてもよいし、前記コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしてもよい。

[0810] (６) また、本開示は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、前記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、前記マイクロプロセッサは、前記コンピュータプログラムにしたがって動作するとしてもよい。

[0811] (７) また、前記プログラム又は前記デジタル信号を前記記録媒体に記録して移送することにより、又は前記プログラム又は前記デジタル信号を、前

記ネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムにより実施するとしてもよい。

産業上の利用可能性

[0812] 本開示は、音響信号処理方法、音響信号処理装置、情報生成方法及び情報生成装置に利用可能であり、特に、音響システムなどに適用可能である。

符号の説明

[0813] 10 サーバ装置
20 ヘッドフォン
21 頭部センサ部
22、44 出力部
30、66 表示部
40、50、60、70 情報生成装置
41 受付部
42 第2取得部
43 第1生成部
45、55、65、75 記憶部
51 第2受付部
52 第4取得部
53 第2生成部
54 第3出力部
61 第3受付部
62 第7取得部
63 第4生成部
64 第6出力部
72 第6取得部
73 第3生成部
74 第5出力部
100、100a、100b、200、200c、200d、400、50

0、A 0 0 0 1 音響信号処理装置

1 1 0 第1取得部

1 2 0 第1算出部

1 3 0 決定部

1 4 0、1 4 0 a、1 4 0 b 第1処理部

1 5 0 第1出力部

1 6 0 第1受付部

1 7 0、2 7 0、4 7 0、5 7 0 記憶部

2 1 0 第3取得部

2 2 0 第2算出部

2 4 0、2 4 0 c、2 4 0 d 第2処理部

2 5 0 第2出力部

4 1 0 第5取得部

4 2 0 第3算出部

4 4 0 第3処理部

4 5 0 第4出力部

5 1 0 第8取得部

5 4 0 第4処理部

5 5 0 第7出力部

9 0 1 残響処理部

9 0 2 初期反射処理部

9 0 3 距離減衰処理部

9 0 4 選択部

9 0 5 バイノーラル処理部

9 0 6 算出部

9 0 7 生成部

A 救急車

A 1、B 1、C 1、D 1 他人

A 0 0 0 0 立体音響再生システム
A 0 0 0 2 音声提示装置
A 0 1 0 0 符号化装置
A 0 1 0 1、A 0 1 1 3 入力データ
A 0 1 0 2 エンコーダ
A 0 1 0 3 符号化データ
A 0 1 0 4、A 0 1 1 4 メモリ
A 0 1 1 0、A 0 1 3 0 復号装置
A 0 1 1 1 音声信号
A 0 1 1 2 デコーダ
A 0 1 2 0 符号化装置
A 0 1 2 1 送信部
A 0 1 2 2 送信信号
A 0 1 3 1 受信部
A 0 1 3 2 受信信号
A 0 2 0 0、A 0 2 1 0 デコーダ
A 0 2 0 1、A 0 2 1 1 空間情報管理部
A 0 2 0 2 音声データデコーダ
A 0 2 0 3、A 0 2 1 3、9 0 0 レンダリング部
B バット
D 3 1 方向
D 3 2 方向
D f 方向
D F 方向
F 扇風機
L 受聴者
W 風
Z ゾンビ

請求の範囲

- [請求項1] 仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報と前記オブジェクトに起因する第1音を示す第1音データと前記第1音データに対する処理手段を示す第1識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第1音の受聴者の位置を示す第2位置情報を取得する第1取得ステップと、
- 取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第1算出ステップと、
- 取得された前記オブジェクト情報が含む前記第1識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第1処理手段、及び、前記第1処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第2処理手段のうち、前記第1音データを処理する処理手段を決定する決定ステップと、
- 決定された前記処理手段で前記第1音データを処理する第1処理ステップと、
- 処理された前記第1音データを出力する第1出力ステップと、を含む
- 音響信号処理方法。
- [請求項2] 前記第1処理手段は、音量が、算出された前記距離が増加するに従って反比例して減衰するように前記第1音データを処理する処理手段であり、
- 前記第2処理手段は、音量が、算出された前記距離が増加するに従って前記第1処理手段とは異なる態様で増減するように前記第1音データを処理する処理手段である
- 請求項1に記載の音響信号処理方法。
- [請求項3] 取得された前記オブジェクト情報は、
- 前記第1音とは異なる音であって前記オブジェクトに起因する第

2 音を示す第 2 音データと、

前記第 2 音データに対する処理手段を示す第 2 識別情報とを含み

、

前記決定ステップでは、取得された前記オブジェクト情報が含む前記第 2 識別情報に基づいて、前記第 1 処理手段及び前記第 2 処理手段のうち、前記第 2 音データを処理する処理手段を決定し、

前記第 1 処理ステップでは、決定された前記処理手段で前記第 2 音データを処理し、

前記第 1 出力ステップでは、処理された前記第 2 音データを出力し

、

前記オブジェクトは、前記第 1 音データ及び前記第 2 音データを含む複数の音データと関連付けられるオブジェクトである

請求項 2 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 4]

前記第 2 処理手段は、音量が、前記距離の x 乗 ($x \neq 1$) で減衰するように前記第 1 音データを処理する処理手段である

請求項 2 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 5]

前記第 1 識別情報は、前記第 1 音データに対する前記処理手段が前記第 2 処理手段であること、及び、前記 x の値を示す

請求項 4 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 6]

前記第 1 音が、前記オブジェクトの移動にともない生じる空力音である場合には、

前記第 1 識別情報は、前記第 1 音データに対する処理手段が前記第 2 処理手段であること、及び、前記 x が α であり前記 α が実数であり前記 α が下記式を満たすことを示す

$$\alpha > 1$$

請求項 4 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 7]

前記第 1 音が前記オブジェクトから放射された風が前記受聴者の耳に到達することで生じる空力音である場合には、

前記第 1 識別情報は、前記第 1 音データに対する処理手段が前記第 2 処理手段であること、及び、前記 α が β であり前記 β が実数であり前記 β が下記式を満たすことを示す

$$\beta > 2$$

請求項 6 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 8] 前記 α 及び前記 β は、下記式を満たす

$$\alpha < \beta$$

請求項 7 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 9] ユーザから前記 α 又は前記 β の値を指定する操作を受付ける第 1 受付ステップを含む、

請求項 7 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 10] 前記第 1 識別情報は、前記第 1 処理手段を実行するか否かを示す情報であり、

前記決定ステップでは、

取得された前記第 1 識別情報に基づいて、前記第 1 処理手段を実行するか否かを決定し、かつ、

前記第 1 処理手段が実行されるか否かに関わらず、前記第 2 処理手段を実行することを決定し、

前記第 2 処理手段は、算出された前記距離が所定の閾値以内である場合に、音量が、所定の値となるように前記第 1 音データを処理する処理手段である

請求項 2 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 11] 前記所定の閾値は、パーソナルスペースに応じた値である

請求項 10 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 12] ユーザから前記所定の閾値が第 1 指定値であることを指定する操作を受付ける第 1 受付ステップを含む、

請求項 10 に記載の音響信号処理方法。

[請求項 13] 仮想空間における受聴者の位置に関連する位置で生じる第 1 音を示

す第1音データと、前記仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第1位置情報とを取得する第2取得ステップと、

取得された前記第1音データと取得された前記第1位置情報とから、前記オブジェクトに起因して前記受聴者の位置に関連する位置で前記第1音を再生させる前記オブジェクトに関する情報と前記第1位置情報とを含む第1オブジェクトオーディオ情報を生成する第1生成ステップと、を含む

情報生成方法。

[請求項14]

前記オブジェクトは、風を放射し、

前記受聴者は、放射された前記風を浴び、

前記第1音は、前記オブジェクトから放射された前記風が前記受聴者の耳に到達することで生じる空力音である

請求項13に記載の情報生成方法。

[請求項15]

前記第1生成ステップでは、さらに単位距離情報を含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、

前記単位距離情報は、基準となる距離である単位距離と、前記オブジェクトの前記位置から前記単位距離離れた位置における前記空力音を示す空力音データとを含む情報である

請求項14に記載の情報生成方法。

[請求項16]

前記第1生成ステップでは、さらに指向性情報を含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成し、

前記指向性情報は、放射された前記風の方向に応じた特性を示す情報であり、

前記単位距離情報に示される前記空力音データは、前記指向性情報に示される前記オブジェクトが前記風を放射する正面方向に、前記オブジェクトの前記位置から前記単位距離離れた位置における前記空力音を示すデータである

請求項15に記載の情報生成方法。

[請求項17] 前記第1生成ステップでは、前記第1音の再生時において、前記オブジェクトから生じた前記第1音を示す前記第1音データに基づく第1音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理を行うか否かを示すフラグ情報をさらに含む前記第1オブジェクトオーディオ情報を生成する

請求項13に記載の情報生成方法。

[請求項18] 請求項13に記載の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、

取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、

算出された前記距離が増加するほど、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、

処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項19] 請求項14に記載の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、

取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記音を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、

算出された前記距離が増加するほど、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、

処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む

音響信号処理方法。

[請求項20]

請求項15に記載の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、

取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第2算出ステップと、

取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場合に、算出された前記距離と前記単位距離とに応じて、前記第1音の音量が減衰するように前記第1音データを処理する第2処理ステップと、

処理された前記第1音データを出力する第2出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項21]

請求項16に記載の情報生成方法によって生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記第1音の前記受聴者の前記位置を示す第2位置情報を取得する第3取得ステップと、

取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記第1位置情報、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記風を放射する前記オブジェクトと前記受聴者との距離、及び、前記オブジェクトと前記受聴者とを結ぶ二点間方向を算出する第2算出ステップと、

前記正面方向と算出された二点間方向とがなす角度及び前記指向性情報が示す前記特性に基づいて前記第1音の音量を制御するように、かつ、取得された前記第1オブジェクトオーディオ情報が含む前記単位距離情報が示す前記単位距離よりも算出された前記距離が大きい場

合に算出された前記距離と前記単位距離とに応じて前記第 1 音の音量が減衰するように、前記第 1 音データを処理する第 2 処理ステップと、
、
処理された前記第 1 音データを出力する第 2 出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項22] 請求項 1 3～1 6のいずれか 1 項に記載の情報生成方法で生成された前記第 1 オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第 1 音データ、及び、前記第 1 位置情報と前記オブジェクトに起因する第 2 音を示す第 2 音データとが関連付けられた第 2 オブジェクトオーディオ情報を取得する第 3 取得ステップと、

取得された前記第 1 音データに基づく第 1 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をせず、かつ、取得された前記第 2 オブジェクトオーディオ情報が示す前記第 2 音データに基づく第 2 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第 2 処理ステップと、

処理されていない前記第 1 音信号、及び、処理された前記第 2 音信号を出力する第 2 出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項23] 請求項 1 4～1 6のいずれか 1 項に記載の情報生成方法で生成された前記第 1 オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第 1 音データ、及び、前記第 1 位置情報と前記オブジェクトに起因する第 2 音を示す第 2 音データとが関連付けられた第 2 オブジェクトオーディオ情報を取得する第 3 取得ステップと、

取得された前記第 1 音データに基づく第 1 音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第 2 オブジェクトオーディオ情報が示す前記第 2 音データに基づく第 2 音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第 2 処理ステップと、

処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第2音信号を出力する第2出力ステップとを含む

音響信号処理方法。

[請求項24]

請求項14～16のいずれか1項に記載の情報生成方法で生成された前記第1オブジェクトオーディオ情報、取得された前記第1音データ、及び、前記オブジェクトとは異なるオブジェクトであって前記仮想空間における他のオブジェクトの位置を示す第3位置情報と前記他のオブジェクトの前記位置で発生する第3音を示す第3音データとが関連付けられた第3オブジェクトオーディオ情報を取得する第3取得ステップと、

取得された前記第1音データに基づく第1音信号に風が到来する方向に依存した処理をし、かつ、取得された前記第3オブジェクトオーディオ情報が示す前記第3音データに基づく第3音信号に、音が到来する方向に依存する頭部伝達関数を畳み込む処理をする第2処理ステップと、

処理された前記第1音信号、及び、処理された前記第3音信号を出力する第2出力ステップとを含む

音響信号処理方法。

[請求項25]

仮想空間で吹く第1風の発生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速とを取得する第4取得ステップと、

取得された前記発生位置と、前記第1風向と、前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成する第2生成ステップと、

代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、

生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報と、記憶されてい

る前記空力音コア情報とを出力する第3出力ステップとを含む
情報生成方法。

[請求項26] 前記第1想定風速は、前記第1風向の方向に前記発生位置から基準
となる距離である単位距離離れた位置での前記第1風の風速である
請求項25記載の情報生成方法。

[請求項27] ユーザから前記単位距離が第2指定値であることを指定する操作を
受付ける第2受付ステップを含む、
請求項26に記載の情報生成方法。

[請求項28] ユーザから前記第1風の方向に応じた特性を示す指向性情報を指定
する操作を受付ける第2受付ステップを含み、
前記第2生成ステップでは、取得された前記発生位置、前記第1風
向及び前記第1想定風速と、受け付けられた前記操作が示す前記指向性
情報とが関連付けられた前記第4オブジェクトオーディオ情報を生成
する

請求項26に記載の情報生成方法。

[請求項29] 請求項26～28のいずれか1項に記載の情報生成方法で出力され
た前記第4オブジェクトオーディオ情報及び前記空力音コア情報と、
前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第2位置情報とを取得
する第5取得ステップと、

取得された前記第4オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位
置、及び、取得された前記第2位置情報に基づいて、前記発生位置と
前記受聴者との距離を算出する第3算出ステップと、

算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の音量が減衰する
ように前記空力音データを処理する第3処理ステップと、

処理された前記空力音データを出力する第4出力ステップとを含む
音響信号処理方法。

[請求項30] 前記第3処理ステップでは、前記受聴者の耳に到達したときの前記
第1風の風速である耳到達風速に基づいて、前記空力音データを処理

し、

前記耳到達風速は、算出された前記距離が増加するほど、前記風速が減速する

請求項 29 に記載の音響信号処理方法。

[請求項31] 前記耳到達風速は、算出された前記距離を前記単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である

請求項 30 に記載の音響信号処理方法。

[請求項32] 前記 z は、下記式を満たす

$$z = 1$$

請求項 31 に記載の音響信号処理方法。

[請求項33] 前記第 3 処理ステップでは、前記空力音の音量が、前記代表風速を前記耳到達風速で割った値の γ 乗で減衰するように、前記空力音データを処理する

請求項 31 に記載の音響信号処理方法。

[請求項34] 前記 γ 及び前記 z は、下記式を満たす

$$\gamma \times z < 4$$

請求項 33 に記載の音響信号処理方法。

[請求項35] 請求項 26 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の情報生成方法で出力された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報、及び、前記空力音の周波数成分の分布を示すデータを含む前記空力音コア情報と、前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第 2 位置情報とを取得する第 5 取得ステップと、

取得された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報が含む前記発生位置、及び、取得された前記第 2 位置情報に基づいて、前記発生位置と前記受聴者との距離を算出する第 3 算出ステップと、

算出された前記距離が増加するほど、前記空力音の前記周波数成分の分布を低周波数側にシフトするように前記空力音データを処理する第 3 処理ステップと、

処理された前記空力音データを出力する第4出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項36] 前記第3処理ステップでは、前記受聴者の耳に到達したときの前記第1風の風速である耳到達風速に基づいて、前記空力音データを処理し、

前記耳到達風速は、算出された前記距離が増加するほど、前記風速が減速する

請求項35に記載の音響信号処理方法。

[請求項37] 前記耳到達風速は、算出された前記距離を前記単位距離で割った値の z 乗で減衰する値である

請求項36に記載の音響信号処理方法。

[請求項38] 前記 z は、下記式を満たす

$$z = 1$$

請求項37に記載の音響信号処理方法。

[請求項39] 前記第3処理ステップでは、前記空力音の前記周波数成分の分布を、前記代表風速を前記耳到達風速で割った値の逆数倍の周波数にシフトさせるように、前記空力音データを処理する

請求項36に記載の音響信号処理方法。

[請求項40] 仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第6取得ステップと、

取得された前記第2風向と、前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第3生成ステップと、

代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップと、

生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報と、記憶されている前記空力音コア情報とを出力する第5出力ステップとを含む情報生成方法。

- [請求項41] 仮想空間で吹く第1風の発生位置と、前記第1風の第1風向と、前記第1風の風速である第1想定風速と、前記仮想空間で吹く第2風の第2風向と、前記第2風の風速である第2想定風速とを取得する第7取得ステップと、
- 取得された前記発生位置と前記第1風向と前記第1想定風速とが関連付けられた第4オブジェクトオーディオ情報を生成し、かつ、取得された前記第2風向と前記第2想定風速とが関連付けられた第5オブジェクトオーディオ情報を生成する第4生成ステップと、
- 生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報と生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報とを出力する第6出力ステップを含む
- 情報生成方法。
- [請求項42] 前記第6出力ステップは、前記第1風の前記発生位置が前記仮想空間にある場合、生成された前記第4オブジェクトオーディオ情報を出力する
- 請求項41に記載の情報生成方法。
- [請求項43] 前記第6出力ステップは、前記第1風の前記発生位置が前記仮想空間にない場合、生成された前記第5オブジェクトオーディオ情報を出力する
- 請求項42に記載の情報生成方法。
- [請求項44] 代表風速と、前記代表風速の風が前記仮想空間における受聴者の耳に到達することで生じる空力音を示す空力音データとを含む空力音コア情報を記憶する記憶ステップを含み、
- 前記第6出力ステップでは、記憶されている前記空力音コア情報を出力する
- 請求項41に記載の情報生成方法。
- [請求項45] 風速と前記風速を表現する言葉とが紐づけられた画像を表示する表示ステップと、

前記第 1 想定風速として表示された前記画像が示す前記風速を指定する第 1 操作を受け、前記第 2 想定風速として表示された前記画像が示す前記風速を指定する第 2 操作を受け、第 3 受付ステップとを含み、

請求項 4 4 に記載の情報生成方法。

[請求項 46] 前記仮想空間における前記受聴者の位置を示す第 2 位置情報と、請求項 4 4 に記載の情報生成方法により出力された前記第 4 オブジェクトオーディオ情報又は前記第 5 オブジェクトオーディオ情報を取得する第 8 取得ステップと、

前記第 4 オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第 2 位置情報が示す前記位置に基づいて処理し、前記第 5 オブジェクトオーディオ情報が取得された場合には、前記空力音コア情報が含む前記空力音データを取得された前記第 2 位置情報が示す前記位置に基づかずに処理する第 4 処理ステップと、

処理された前記空力音データを出力する第 7 出力ステップとを含む音響信号処理方法。

[請求項 47] 請求項 1 ～ 1 2、1 8 ～ 2 1 及び 4 6 のいずれか 1 項に記載の音響信号処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

[請求項 48] 請求項 1 3 ～ 1 7、2 5 ～ 2 8 及び 4 0 ～ 4 5 のいずれか 1 項に記載の情報生成方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

[請求項 49] 仮想空間におけるオブジェクトの位置を示す第 1 位置情報と前記オブジェクトに起因する第 1 音を示す第 1 音データと前記第 1 音データに対する処理手段を示す第 1 識別情報とを含むオブジェクト情報、及び、前記仮想空間における前記第 1 音の受聴者の位置を示す第 2 位置情報を取得する第 1 取得部と、

取得された前記オブジェクト情報が含む前記第 1 位置情報、及び、取得された前記第 2 位置情報に基づいて、前記オブジェクトと前記受聴者との距離を算出する第 1 算出部と、

取得された前記オブジェクト情報が含む前記第 1 識別情報に基づいて、算出された前記距離に応じた音量の処理をする第 1 処理手段、及び、前記第 1 処理手段とは異なる態様で算出された前記距離に応じた音量の処理をする第 2 処理手段のうち、前記第 1 音データを処理する処理手段を決定する決定部と、

決定された前記処理手段で前記第 1 音データを処理する第 1 処理部と、

処理された前記第 1 音データを出力する第 1 出力部と、を備える音響信号処理装置。