

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年11月16日(16.11.2017)



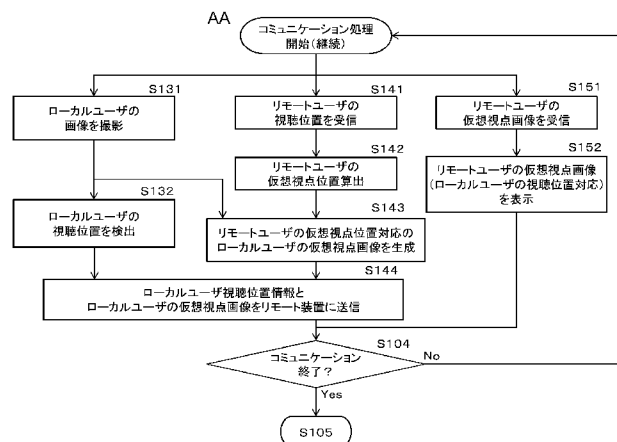
(10) 国際公開番号

WO 2017/195513 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 7/18 (2006.01) *H04N 13/00* (2006.01)
G06T 19/00 (2011.01) *H04N 13/04* (2006.01)
H04N 7/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/014549
- (22) 国際出願日: 2017年4月7日(07.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-094335 2016年5月10日(10.05.2016) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 赤尾 雅人 (AKAO, Masato); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 西堀 一彦 (NISHIBORI, Kazuhiko); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外 (MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa 八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラム



- S104 Communication ended?
- S131 Capture image of local user
- S132 Detect viewing position of local user
- S141 Receive viewing position of remote user
- S142 Calculate virtual viewpoint position of remote user
- S143 Generate virtual viewpoint image of local user responsive to virtual viewpoint position of remote user
- S144 Transmit local user viewing position information and virtual viewpoint image of local user to remote device
- S151 Receive virtual viewpoint image of remote user
- S152 Display virtual viewpoint image of remote user (responsive to viewing position of local user)
- AA Start communication process (continuous)

(57) Abstract: The present invention achieves a configuration with which more natural stereoscopic images are created from virtual viewpoint images that are transmitted and received between information processing devices that carry out two-way communication. The present invention includes: a virtual viewpoint position calculating unit that calculates, on the basis of viewing position information for a user viewing a virtual viewpoint image, a virtual viewpoint position corresponding to the position of virtual cameras capturing the virtual viewpoint image; and a virtual viewpoint image



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

generating unit that generates the virtual viewpoint image corresponding to the captured image from the virtual viewpoint position. The virtual viewpoint image generating unit is configured to generate the virtual viewpoint image on the basis of the captured image from real cameras that captured a subject user, and generates the virtual viewpoint image by setting the imaging direction to a virtual camera imaging direction set point C, which is set to a position different from that of the subject user. For example, a virtual viewpoint image is generated on the assumption that capturing was performed with the imaging direction directed toward the virtual camera imaging direction set point C, which is set to a position in front of the subject user.

(57) 要約: 双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置間で送受信する仮想視点画像を、より自然な立体画像とする構成を実現する。仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有する。仮想視点画像生成部は、被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて仮想視点画像を生成する構成であり、被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する。例えば、被写体ユーザの前方位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を向けて撮影したと想定される仮想視点画像を生成する。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラムに関する。さらに詳細には、例えばネットワークを介した双方向通信により画像や音声を送信し、双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラムに関する。

背景技術

[0002] ネットワークを介した双方向通信により画像や音声を送受信するテレビ会議システム等の双方向コミュニケーションシステムは、様々な分野で利用されている。

昨今では、高精細の大型ディスプレイが多く利用され、また、ネットワークを介して通信される画像、音声の品質も向上しており、ディスプレイに表示された遠隔のユーザとのコミュニケーションを、同じ会議室で行っているような感覚で行うことが可能となっている。

[0003] しかし、このような、双方向コミュニケーションシステムでは、多くの場合、表示部（ディスプレイ）に表示される会議参加者等のユーザは平面的な2次元画像であり、そのため、相手方がその場にいるような雰囲気失われ、臨場感に欠けるという問題点がある。

[0004] このような問題点を解決する従来技術として、例えば特許文献1（特開2014-86775号公報）がある。

特許文献1には、表示部の表示画像を3次元モデルとして表示し、視聴者の動きに応じて、例えば表示人物の向きを変更する構成を開示している。

この文献に開示された構成は、視聴者の動きに応じて表示画像を変更する

ことで、立体感のある画像が観察できる。しかし、例えば表示部に表示される人物位置は、ディスプレイ上の1つの位置に固定され、不自然な動きを示す3次元画像として観察されるという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-86775号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、例えば、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、例えば、双方向コミュニケーションシステムにおいて利用される表示部（ディスプレイ）に表示する画像を、あたかもその場にいるような表示画像として表示することを可能とした情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラム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] 本開示の第1の側面は、

仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置にある。

[0008] さらに、本開示の第2の側面は、

仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、

前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部と、

前記仮想視点画像生成部の生成した仮想視点画像を、前記視聴ユーザ側の装置に送信する送信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置にある。

[0009] さらに、本開示の第3の側面は、

仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を検出する視聴位置検出部と、

前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置にある。

[0010] さらに、本開示の第4の側面は、

双方向通信を実行する第1情報処理装置と第2情報処理装置を有する情報処理システムであり、

前記第1情報処理装置、および第2情報処理装置は、

通信相手装置から、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、

前記視聴位置情報に基づいて、通信相手装置の表示部に表示する仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部と、

前記仮想視点画像を通信相手装置に送信する送信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理システムにある。

[0011] さらに、本開示の第5の側面は、

情報処理装置において実行する情報処理方法であり、

仮想視点位置算出部が、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出し、

仮想視点画像生成部が、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成するとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理方法にある。

[0012] さらに、本開示の第6の側面は、

情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、

仮想視点位置算出部に、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出させ、

仮想視点画像生成部に、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行させ、

前記仮想視点画像生成処理において、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成させるとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成させるプログラムにある。

[0013] なお、本開示のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な情報処理装置やコンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、情報処理装置やコンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

[0014] 本開示のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本開示の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

発明の効果

[0015] 本開示の一実施例の構成によれば、双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置間で送受信する仮想視点画像を、より自然な立体画像とする構成が実現される。

具体的には、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有する。仮想視点画像生成部は、被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて仮想視点画像を生成する構成であり、被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する。例えば、被写体ユーザの前

方位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を向けて撮影したと想定される仮想視点画像を生成する。

本構成により、双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置間で送受信する仮想視点画像を、より自然な立体画像とする構成が実現される。

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]双方向コミュニケーションシステムについて説明する図である。

[図2]運動視差について説明する図である。

[図3]運動視差について説明する図である。

[図4]仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図5]本開示の処理によって表示部に表示される画像の例について説明する図である。

[図6]本開示の処理によって表示部に表示される画像の例について説明する図である。

[図7]本開示の処理によって表示部に表示される画像の例について説明する図である。

[図8]本開示の情報処理装置の構成例について説明する図である。

[図9]本開示の情報処理装置の構成例について説明する図である。

[図10]本開示の実施例1の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図11]本開示の情報処理装置の実行する処理シーケンスを説明するフローチャートを示す図である。

[図12]本開示の情報処理装置の実行する処理シーケンスを説明するフローチャートを示す図である。

[図13]本開示の情報処理装置の実行する処理シーケンスを説明するフローチャートを示す図である。

[図14]本開示の情報処理装置の構成例について説明する図である。

[図15]本開示の情報処理装置の実行する処理シーケンスを説明するフローチャートを示す図である。

[図16]本開示の実施例1の変形例における仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図17]本開示の実施例1の変形例における仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図18]本開示の実施例1の変形例における仮想カメラの設定による表示画像の例について説明する図である。

[図19]本開示の実施例1の変形例における仮想カメラの設定による表示画像の視覚感覚の例について説明する図である。

[図20]本開示の実施例1の変形例における仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図21]本開示の実施例2の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図22]本開示の実施例2の変形例における仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図23]本開示の実施例3における仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図24]本開示の実施例3の仮想カメラ設定による表示画像の例について説明する図である。

[図25]本開示の実施例3の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図26]本開示の実施例4の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図27]本開示の実施例5の仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図28]本開示の実施例5の仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図29]本開示の実施例5の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図30]本開示の実施例6の仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図31]本開示の実施例6の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図32]本開示の実施例6の変形例の仮想カメラ設定例について説明する図である。

[図33]本開示の実施例6の変形例の仮想カメラ設定と位置算出例について説明する図である。

[図34]本開示の実施例7の仮想カメラの設定例について説明する図である。

[図35]本開示の実施例7の仮想カメラの設定と位置算出例について説明する図である。

[図36]本開示の実施例7の仮想カメラ設定による見え方について説明する図である。

[図37]情報処理装置のハードウェアの構成例について説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照しながら本開示の情報処理装置、情報処理システム、および情報処理方法、並びにプログラムの詳細について説明する。なお、説明は以下の項目に従って行なう。

1. 双方向コミュニケーション処理の概要と、運動視差に基づく立体感提示効果について

2. 表示部の表示オブジェクトを、自然な奥行き感のある立体画像として表示する構成について

3. 本開示の情報処理装置の構成と処理について

4. (実施例1) 仮想カメラを半径Rの円状に移動させる実施例について

5. 情報処理装置の実行する処理シーケンスについて

6. 自装置の表示部に表示する表示用仮想視点画像生成処理を、自装置側で行う実施例について

7. (実施例1の変形例1) 仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について

8. (実施例1の変形例2) 仮想カメラ撮影方向設定点Cを被写体後方に配置した例について

9. (実施例1の変形例3) 仮想カメラを、仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径Rの円上に位置させた例について

10. (実施例1の変形例4) 仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を視聴ユーザ位置に応じて移動する設定とした例について

11. (実施例2) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる実施例について

12. (実施例2の変形例1) 仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について

13. (実施例3) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを半径Rの垂直の円状に移動させる実施例について

14. (実施例4) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを垂直な直線状に移動させる実施例について

15. (実施例5) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とする実施例について

16 (実施例6) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とし、仮想カメラの動きを直線状に設定した実施例について

17. (実施例6の変形例1) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、仮想カメラの軌跡を、仮想カメラと被写体間距離を一定に保つ設定とした実施例について

18. (実施例7) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間を結ぶ直線上の位置(視聴者の後方等)にした実施例について

19. 情報処理装置のハードウェア構成例について

20. 本開示の構成のまとめ

[0018] [1. 双方向コミュニケーション処理の概要と、運動視差に基づく立体感提示効果について]

まず、双方向コミュニケーション処理の概要と、運動視差に基づく立体感

提示効果について説明する。

図 1 は、双方向コミュニケーションシステム構成の一例を示す図である。

[0019] 図 1 には、

(1) 第 1 ロケーション

(2) 第 2 ロケーション

これらの 2 つのロケーションの構成例を示している。

これら 2 つのロケーションは、各々離れた遠隔地にあり、各ロケーションにいるユーザ同士が、双方向コミュニケーションを行う。各ロケーションのシステム同士がネットワーク 30 を介して接続されている。

[0020] 第 1 ロケーションには、ユーザ A がいる。

また、第 1 ロケーションには、表示部（ディスプレイ）11、カメラ 12 a～c、音声入出力部（マイク&スピーカ）13 a～b を備えた情報処理装置 10 がある。

一方、第 2 ロケーションには、ユーザ B がいる。

また、第 2 ロケーションには、表示部（ディスプレイ）21、カメラ 22 a～c、音声入出力部（マイク&スピーカ）23 a～b を備えた情報処理装置 10 がある。

[0021] 第 1 ロケーションのカメラ 12 a～c は、第 1 ロケーションのユーザ A を異なる方向から撮影する。

情報処理装置 10 内のデータ処理部は、これらの画像から送信用画像として、1 つの仮想視点画像を生成しネットワーク 30 を介して第 2 ロケーションの情報処理装置 20 に送信する。

第 2 ロケーションの情報処理装置 20 の表示部 21 には、第 1 ロケーションの情報処理装置 10 が生成した 1 つの仮想視点画像が表示される。

この仮想視点画像は、例えばユーザ B の視点からの観察画像である。ユーザ B の視点情報は、第 2 ロケーションのカメラ 22 a～22 c による撮影画像に基づいて、情報処理装置 20 が解析し、この視点解析情報が第 1 ロケーションの情報処理装置 10 に送信される。

[0022] なお、第1ロケーションの音声入出力部（マイク&スピーカ）13a, bは、第1ロケーションのユーザAの発話等を取得し、取得音声データが、ネットワーク30を介して第2ロケーションの情報処理装置20に送信される。

第2ロケーションの情報処理装置20は、第1ロケーションからの受信音声、音声入出力部（マイク&スピーカ）23a, bを介して出力する。

[0023] 一方、第2ロケーションのカメラ22a~cは、第2ロケーションのユーザBを異なる方向から撮影する。

情報処理装置20内のデータ処理部は、これらの画像から送信用画像として、1つの仮想視点画像を生成しネットワーク30を介して第1ロケーションの情報処理装置10に送信する。

第1ロケーションの情報処理装置10の表示部11には、第2ロケーションの情報処理装置20が生成した1つの仮想視点画像が表示される。

この仮想視点画像は、例えばユーザAの視点からの観察画像である。ユーザAの視点情報は、第1ロケーションのカメラ12a~12cによる撮影画像に基づいて、情報処理装置10が解析し、この視点解析情報が第2ロケーションの情報処理装置20に送信される。

[0024] また、第2ロケーションの音声入出力部（マイク&スピーカ）23a, bは、第2ロケーションのユーザBの発話等を取得し、取得音声データが、ネットワーク30を介して第1ロケーションの情報処理装置10に送信される。

第1ロケーションの情報処理装置10は、第2ロケーションからの受信音声、音声入出力部（マイク&スピーカ）13a, bを介して出力する。

[0025] このような処理により、第1ロケーションのユーザAと、第2ロケーションのユーザBは、遠隔地のユーザの画像と発話を表示部、スピーカを介して取得し、双方向コミュニケーションを行うことが可能となる。

[0026] このような双方向コミュニケーション処理において、表示部11, 21に表示されるユーザの表示画像として、仮想視点画像を用いることで、コミュ

ニケーション相手が、その場にいるような臨場感を持ってコミュニケーションを行うことが可能となる。

[0027] 仮想視点画像を用いることで、表示部に表示された対話ユーザが、自分と同じロケーションで対面しているような感覚、すなわち立体感を持つ画像として提示することができる。

この立体感の提示効果を与える視差として運動視差がある。

図2以下を参照して運動視差に基づく立体感提示効果について説明する。

人間は、視覚的な観察情報に基づいて、観察対象の立体構造、すなわち3次元構造を把握することができる。

その1つが、左右の眼に観察される画像の視差、すなわち両眼視差である。

さらに、もう1つが運動視差である。

[0028] 運動視差とは、観察者あるいは観察対象、いずれかの動きに応じて発生する視差である。例えば、電車の窓から外を観察した場合、近くのは素早く動き、遠くの山などの風景はゆっくり動く。運動視差は、このように観察オブジェクト自体の動き、または観察者自身の動きによって、観察距離に応じて発生する視差であり、自分の近くにあるものと遠くにあるもの、すなわち被写体距離を判別して立体感を把握可能としている。

なお、この運動視差は、両眼視差とは異なり、片目で観察した画像からも得られる視差であり、片目観察によっても立体感を把握することができる。

[0029] 運動視差による立体感の把握、および提示例について、図2、図3を参照して説明する。

図2は、例えば、図1を参照して説明したシステムを利用したテレビ会議等を行っているユーザA、Bを示している。ユーザAは、第1ロケーションにおり、ユーザBは、遠隔地の第2ロケーションにいる。ユーザBの画像や音声ネットワークを介して、ユーザAのいる第1ロケーションに送信され、ユーザBの顔が表示部（ディスプレイ）に表示され、ユーザAとユーザB間で会話が行われる。

[0030] 図2には、以下の各図を示している。

図2中央の(1) ユーザAが表示部を正面から観察している場合

図2左側の(2) ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合

図2右側の(3) ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合

[0031] ユーザBのいる第2ロケーションにおいて、ユーザBの顔の撮影を、ユーザBの正面にある1台のカメラで行い、その撮影画像が、そのまま、第1ロケーションの表示部に表示する構成の場合、図2(1)～(3)に示すように、ユーザAの観察位置が変化しても、ユーザBの表示態様は全く変わらず、正面向きの顔、すなわち、ユーザBを正面から見た顔(正面顔)の画像となる。

このような表示処理を行なうと、ユーザAは、ユーザBを平面的な2次元画像としてしか観察できず、立体感を把握することができない。

すなわち、運動視差による立体感の把握ができない。

[0032] これに対して、運動視差による立体感の把握を可能とした表示態様の例を図3に示す。

図3に示す3つの図は、図2と同様、以下の各図を示している。

図3中央(1) ユーザAが表示部を正面から観察している場合

図3左側(2) ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合

図3右側(3) ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合

[0033] 図3に示す表示部のユーザBの表示態様は、以下の通りである。

図3中央(1) ユーザAが表示部を正面から観察している場合には、ユーザBを正面から見た顔が表示されている。

図3左側(2) ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合には、ユーザBを左斜めから見た顔が表示されている。

図3右側(3) ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合には、ユーザBを右斜めから見た顔が表示されている。

[0034] ユーザAは、自身の視点の移動に応じて、ユーザBを異なる方向から見ることができる。このようにあるオブジェクトを観察する観察者自身の動き、

あるいは観察オブジェクトの動きに応じて見え方が異なる、すなわち視差が発生する。この視差が運動視差であり、この運動視差により観察者（ユーザ A）は、観察オブジェクト（ユーザ B）を立体的なオブジェクトとして把握することができる。

[0035] 図 3 に示す表示態様変更処理は、表示部の視聴者であるユーザ A の動きに応じて実行される。この表示制御は、先の項目「背景技術」の欄で説明した特許文献 1（特開 2014-86775 号公報）に記載された表示制御に相当する。

具体的にはユーザ B を複数の異なる位置にあるカメラで撮影し、これらの複数の撮影画像に基づいて、ユーザ A の視点方向からの仮想画像を生成して表示する構成である。

[0036] しかし、この方法では、ユーザ B の位置が、表示部の表示面位置に固定されてしまう。すなわち表示部を見ている視聴ユーザ A は、ユーザ B が、表示面（ディスプレイ面）に張り付いた位置に存在するように感じ、不自然な動きを示す 3 次元画像として観察されるという問題がある。

[0037] 例えば、表示部の表示面（ディスプレイ面）より奥側にユーザ B がいるような観察画像が得られれば、より自然な位置関係での立体感の把握が可能となると考えられる。

以下、表示部に表示される人物等の表示オブジェクトを、より自然な奥行き感や立体感で表示することを可能とした本開示の処理について説明する。

[0038] [2. 表示部の表示オブジェクトを、自然な奥行き感のある立体画像として表示する構成について]

次に、本開示の情報処理装置が実行する処理、すなわち、表示部の表示オブジェクトを、自然な奥行き感のある立体画像として表示する構成について説明する。

[0039] 図 4 には、以下の 2 つの仮想視点画像撮影カメラの設定例を示している。

（1）従来の仮想視点画像撮影カメラの設定例

（2）本開示の仮想視点画像撮影カメラの設定例

[0040] 仮想視点画像として表示されるユーザは、ここではユーザOとする。表示部に表示されるユーザOを見る視聴者がユーザAである。

ユーザAは、図に示すように様々な位置（p 1, p 2, p 3）から表示部のユーザOを見る。

[0041] 表示部に表示する仮想視点画像は、ユーザAの位置（＝仮想視点）に対応した仮想カメラによって撮影された仮想視点画像とする。

この仮想視点画像は、先に図1を参照して説明した複数の異なる位置から撮影された画像の合成処理によって生成される。

[0042] 図4（1）は、上述した特許文献1（特開2014-86775号公報）に記載された表示制御に相当する。

視聴ユーザAが位置p 1から表示部を見る場合、この位置p 1に仮想視点画像撮影カメラが設定され、この位置からユーザOを撮影した画像が仮想視点画像として生成され、この仮想視点画像が視聴ユーザA側の表示部に表示される。

また、視聴ユーザAが位置p 2から表示部を見る場合、この位置p 2に仮想視点画像撮影カメラが設定され、この位置からユーザOを撮影した画像が仮想視点画像として生成され、この仮想視点画像が視聴ユーザA側の表示部に表示される。

さらに、視聴ユーザAが位置p 3から表示部を見る場合、この位置p 3に仮想視点画像撮影カメラが設定され、この位置からユーザOを撮影した画像が仮想視点画像として生成され、この仮想視点画像が視聴ユーザA側の表示部に表示される。

[0043] 図4（1）に示す仮想視点画像撮影カメラ設定例は、上述した特許文献1（特開2014-86775号公報）に記載された表示制御に相当し、この結果、ユーザOの位置は、表示部の表示面位置に固定されてしまう。すなわち、図3を参照して説明したように、ユーザOの位置が表示面（ディスプレイ面）に張り付いたような不自然な動きを示す3次元画像として観察されるという問題がある。

[0044] 一方、図4（2）は、本開示の情報処理装置が実行する表示制御の一例に相当する。

視聴ユーザAが位置p1から表示部を見る場合、図4（1）と同様、この位置p1に仮想視点画像撮影カメラが設定されるが、この仮想視点画像撮影カメラの撮影方向はユーザOではなく、ユーザOの前方に設定された仮想カメラ撮影方向設定点Cとする。視聴ユーザAが位置p2、p3から表示部を見る場合の仮想視点画像撮影カメラの設定も同様であり、各位置に設定される各仮想視点画像撮影カメラの撮影方向はユーザOではなく、ユーザOの前方に設定された仮想カメラ撮影方向設定点Cとする。

[0045] このように、仮想視点画像撮影カメラの撮影方向を、ユーザOではなく、ユーザOの前方に設定された仮想カメラ撮影方向設定点Cとすることで、表示部に表示されるユーザOを、先に図3を参照して説明した表示部表面に表示ユーザが張り付いたような表示とは異なる態様で表示することが可能となる。

[0046] 具体的には、表示部に表示されるユーザ等の表示オブジェクトを、自然な奥行き感のある立体画像として表示することが可能となる。

具体的な表示例について、図5以下を参照して説明する。

[0047] 図5は、図4（2）に示す仮想視点画像撮影カメラ設定で生成した仮想視点画像の表示例を示す図である。

図5には、先に図3を参照して説明したと同様、以下の各図を示している。

図5中央（1）ユーザAが表示部を正面から観察している場合（＝ユーザAが、図4（2）の位置p2から表示部を観察している場合）

図5左側（2）ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合（＝ユーザAが、図4（2）の位置p1から表示部を観察している場合）

図5右側（3）ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合（＝ユーザAが、図4（2）の位置p3から表示部を観察している場合）

[0048] 図5に示す表示部のユーザOの表示態様は、以下の通りである。

図5中央(1) ユーザAが表示部を正面から観察している場合には、ユーザOを正面から見た顔が表示されている。

ユーザOの表示位置は表示部の中央になる。

[0049] 図5左側(2) ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合には、ユーザOを左斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザOの表示位置が表示部の左側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図4(2)に示す仮想カメラ撮影方向設定点Cに向いているためであり、表示部の中央位置に点Cが設定され、ユーザOの表示位置は、表示部の中央より左側にずれた位置となる。

[0050] また、図5右側(3) ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合には、ユーザOを右斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザOの表示位置が表示部の右側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図4(2)に示す仮想カメラ撮影方向設定点Cに向いているためであり、表示部の中央位置に点Cが設定され、ユーザOの表示位置は、表示部の中央より右側にずれた位置となる。

[0051] 視聴ユーザAが、表示部に表示されるユーザOをどのような位置にいると把握するかについて図6、図7を参照して説明する。

図6は、図5と同様の図に合わせて、上段に表示部の表示面を上面から見た図と、視聴ユーザAから、表示ユーザOがどの位置に見えているかを示す図を追加した図である。

[0052] 図6(1)～(3)は図5(1)～(3)と同様、以下の各図である。

中央(1) ユーザAが表示部を正面から観察している場合(=ユーザAが、図4(2)の位置p2から表示部を観察している場合)

左側(2) ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合(=ユーザAが、図4(2)の位置p1から表示部を観察している場合)

右側(3) ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合(=ユーザAが、図4(2)の位置p3から表示部を観察している場合)

[0053] 視聴ユーザAが把握する表示ユーザOの位置は、図6の上段に示すように

、表示部の表示面から奥に離間した位置となる。

図6左側(2)ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合には、ユーザOを左斜めから見た顔が表示部の左側に表示され、図6中央(1)ユーザAが表示部を正面から観察している場合には、ユーザOを正面から見た顔が表示部の中央に表示され、図6右側(3)ユーザAが表示部を右斜めから観察している場合には、ユーザOを右斜めから見た顔が表示部の右側に表示される。

この結果、視聴ユーザAは、表示ユーザOが、図6の上段に示すオブジェクト観察位置50に位置するように把握することになる。

すなわち、表示部の表示面より奥側の位置である。

[0054] 図7は、視聴ユーザAが把握する具体的な表示ユーザOの存在位置認識例を説明する図である。

視聴ユーザAは、例えばテーブル上に置かれた表示部の表示面より、さらに奥側に表示ユーザOが位置していると把握することができ、より自然な奥行き感のある立体画像の表示がなされることになる。

[0055] このように、図4(1)のような従来型の仮想視点画像撮影カメラの設定構成では、先に図3を参照して説明したように、表示ユーザは、表示面に張り付いた位置にあるように把握されてしまうが、図4(2)に示すように、仮想カメラ撮影方向設定点Cを表示ユーザOと異なる位置に設定することで、表示ユーザOを表示部の表示面から離れた位置に存在するように表示することが可能となり、自然な奥行き感のある立体画像の表示を行うことができる。

[0056] [3. 本開示の情報処理装置の構成と処理について]

次に、図8以下を参照して、本開示の情報処理装置の構成と処理について説明する。

なお、本開示の情報処理装置は、先に図1を参照して説明したと同様の双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置であり、図1の各ロケーションに設置される情報処理装置10、20と同様、表示部、カメラ、音声入

出力部を有し、ネットワークを介して画像、音声、その他の情報を送受信することが可能に装置である。

[0057] 図8は、本開示の一実施例に係る画像処理装置100の構成例を示すブロック図である。

なお、図8には双方向コミュニケーションを実行する第1ロケーションの情報処理装置100と、ネットワーク接続された遠隔の第2ロケーション情報処理装置130を示しており、さらに第1ロケーションの情報処理装置100の詳細構成を示している。

第2ロケーションの情報処理装置130の詳細構成は、第1ロケーションの情報処理装置100の詳細構成と同様の構成である。

[0058] 第1ロケーションの情報処理装置100は、センサ部（カメラ、デプスセンサ）101、ローカル情報処理部102、符号化部103、送信部104、受信部105、復号部106、リモート情報処理部107、表示部108を有する。

送信部104、受信部105は、ネットワーク120を介して双方向コミュニケーションを実行する遠隔の第2ロケーション情報処理装置130との通信を実行する。

図8に示す構成は、情報処理装置における画像処理を実行する処理部を中心として示す情報処理装置の一部構成である。

情報処理装置には、この他にも、音声処理の実行部や記憶部等、様々な構成が備えられている。なお、第2ロケーション情報処理装置130も同様である。

[0059] センサ部（カメラ、デプスセンサ）101は、第1ロケーション側の双方向コミュニケーション実行ユーザの画像を撮影するカメラと、撮影されるユーザ（ローカルユーザ）の位置を測定する距離測定センサ（デプスセンサ）等によって構成される。

なお、以下の説明において、自装置側をローカル側、自装置側のユーザをローカルユーザと呼び、コミュニケーション相手装置側をリモート側、相手

装置側のユーザをリモートユーザと呼ぶ。

[0060] なお、ユーザ位置は、複数の異なる位置に設置されたカメラの撮影画像に基づいても算出可能であり、デプスセンサを用いることなく、複数の異なる位置から被写体を撮影する複数カメラのみの構成としてもよい。

具体的には、センサ部 101 は、以下のいずれかの構成であればよい。

(a) 複数の異なる位置から被写体を撮影する複数カメラ

(b) 1 台（以上）のカメラと 1 つのデプスセンサ

[0061] (a) の構成は、例えば図 1 に示す 3 台のカメラ備えた構成に相当する。

(b) のように 1 台のカメラと 1 つのデプスセンサとしてもよい。

センサ部 101 の検出したセンサ情報（カメラ撮影画像（+デプス情報））は、ローカル情報処理部 102 に入力される。

[0062] ローカル情報処理部 102 は、双方向コミュニケーションの相手装置、すなわち、第 2 ロケーション情報処理装置 130 側のユーザ（リモートユーザ）の視聴位置（仮想視点位置）から、第 1 ロケーション側のユーザ（ローカルユーザ）を見た場合の画像である仮想視点画像を生成する。

[0063] ローカル情報処理部 102 は、センサ部 101 からの入力データとして、

(a) 複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、

(b) 1 枚の画像と、被写体（ローカルユーザ）距離情報、

少なくともこれら (a) , (b) のいずれかのセンサ情報を入力する。

さらに、リモート情報処理部 107 から、第 2 ロケーションのユーザ（リモートユーザ）の位置情報に基づいて生成される仮想視点位置情報を入力する。

ローカル情報処理部 102 は、これらの入力情報に基づいて、第 2 ロケーション情報処理装置 130 に送信する仮想視点画像を生成する。

なお、ローカル情報処理部 102 は、第 2 ロケーション情報処理装置 130 側で、第 1 ロケーション情報処理装置 100 の表示部に表示するリモートユーザの仮想視点画像を生成するために必要となるローカルユーザの視聴位置情報も生成する。

[0064] これらの生成情報は、符号化部103において符号化（圧縮）処理された後、送信部104を介してネットワーク120経由で第2ロケーション情報処理装置130に送信される。

[0065] 受信部105は、第2ロケーション情報処理装置130が生成した仮想視点画像と、第2ロケーション側のユーザ（リモートユーザ）の視聴位置情報を、ネットワーク120を介して受信する。

[0066] 受信部105の受信データは、符号化（圧縮）データであり、復号部106において復号された後、リモート情報処理部107に入力される。

リモート情報処理部107は、第2ロケーション情報処理装置130が生成した仮想視点画像を表示部108に表示し、さらに、第2ロケーション側のユーザ（リモートユーザ）の視聴位置情報に基づいて、第2ロケーションに送信する仮想視点画像を生成するために適用する仮想視点位置情報を生成してローカル情報処理部1102に入力する。

[0067] 表示部108は、第2ロケーション情報処理装置130が生成した仮想視点画像を表示部108に表示する。

なお、表示部108に表示される仮想視点画像は、第1ロケーションのローカルユーザの視聴位置に応じて設定された仮想視点位置から観察した画像であり、具体的には、図4（2）を参照して説明した仮想カメラによって撮影された画像である。

すなわち、カメラの撮影方向（光軸）を、図4（2）に示す仮想カメラ撮影方向Cに向けて撮影された画像である。

[0068] 第1ロケーションのローカルユーザの位置は、図4（2）に示すユーザAの位置（p1～p3）に対応するとき、仮想視点画像の撮影カメラの撮影画像である仮想視点画像は、図4（2）に示すように各位置p1～p3の位置から、撮影方向（光軸）を仮想カメラ撮影方向Cに向けて撮影された画像となる。

この結果、先に図5～図7を参照して説明したような表示画像、すなわち、表示部の表示面より奥側にコミュニケーション相手（リモートユーザ）が

存在するような感覚の立体画像の観察が可能となる。

[0069] 図8に示す情報処理装置100のローカル情報処理部102と、リモート情報処理部107の詳細構成と処理について、図9を参照して説明する。

[0070] 図9には、図8に示す情報処理装置100の構成要素であるローカル情報処理部102と、リモート情報処理部107の詳細構成を示している。

図9に示すように、ローカル情報処理部102は、ローカルユーザ視聴位置検出部151と、送信用仮想視点画像生成部152を有する。

また、リモート情報処理部107は、リモート側仮想視点位置算出部161を有する。

[0071] 図9に示すように、ローカル情報処理部102は、センサ部101からローカル側センサ情報171を入力する。

ローカル側センサ情報171には、以下の(a)、(b)のいずれかの情報が含まれる。

(a) 複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、

(b) 1枚の画像と、被写体(ローカルユーザ)距離情報、

ローカル情報処理部102は、少なくともこれら(a)、(b)のいずれかを含むローカル側センサ情報171を入力する。

さらに、リモート情報処理部107から、第2ロケーションのユーザ(リモートユーザ)の位置情報に基づいて生成されるリモート側仮想視点位置情報183を入力する。

[0072] なお、このリモート側仮想視点位置情報183は、リモート側の情報処理装置に送信する仮想視点画像の撮影カメラ位置を示す情報である。

なお、このリモート側仮想視点位置情報183は、リモートユーザの視聴位置、すなわち、リモート側の情報処理装置から送信される図9に示す受信リモートユーザ視聴位置情報181に一致する場合としない場合がある。

[0073] 図4(2)に示す設定では、視聴位置(p1~p3)と仮想視点画像を撮影する仮想視点画像撮影カメラの位置は一致しているが、これは、一例であり、本願の構成では、表示部を見る視聴ユーザの視聴位置と、表示部に表示

される仮想視点画像の撮影視点（＝仮想画像撮影カメラの位置）とが異なる場合がある。この具体例については後段で説明する。

[0074] リモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 は、リモート側の情報処理装置から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報 181 に基づいて、予め既定されたアルゴリズムに従ってリモート側仮想視点位置情報 183 を算出する。

すなわちリモート側で表示部を見ている視聴ユーザであるリモートユーザの視聴位置（受信リモートユーザ視聴位置情報 181）を入力して、リモート側の表示部に表示する仮想視点画像の撮影位置となる仮想視点位置（リモート側仮想視点位置情報 183）を算出する。

[0075] リモート側仮想視点位置情報 183 は、例えば表示部の表示面の中心位置を含む水平面（ xz 平面）の座標情報である。

具体的には、例えば予め規定した原点を $(x, z) = (0, 0)$ 、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向（離間方向）を z とした xz 平面における座標情報 (x, z) である。

この座標情報の生成、利用例については後段で説明する。

[0076] ローカル情報処理部 102 の送信用仮想視点画像生成部 152 は、センサ部 101 から入力するローカル側センサ情報 171、すなわち、
（a）複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、
（b）1 枚の画像と、被写体（ローカルユーザ）距離情報、
上記（a）、（b）のいずれかの情報を入力し、さらに、
リモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 から、
リモート側仮想視点位置情報 183
を入力する。

[0077] ローカル情報処理部 102 の送信用仮想視点画像生成部 152 は、これらの入力情報に基づいて、リモート側の情報処理装置に送信する仮想視点画像、すなわち図 9 に示す送信用仮想視点画像 173 を生成する。

この送信用仮想視点画像 173 は、リモート側仮想視点位置情報 183 に

対応する仮想視点位置から観察した画像である。

具体的には、例えば図4（2）の仮想視点画像撮影カメラによって撮影される仮想視点画像である。

[0078] さらに、ローカル情報処理部102のローカルユーザ視聴位置検出部151は、センサ部101から入力するローカル側センサ情報171、すなわち、

（a）複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、

（b）1枚の画像と、被写体（ローカルユーザ）距離情報、

上記（a）、（b）のいずれかの情報を入力し、これらの入力情報に基づいて、ローカルユーザの視聴位置情報を生成する。図9に示す送信用ローカルユーザ視聴位置情報172である。

[0079] ユーザ視聴位置情報は、前述のリモート側仮想視点位置情報183と同様、例えば、表示部の表示面の中心位置を含む水平面を xz 平面とした座標情報である。

予め規定した原点を $(x, z) = (0, 0)$ 、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向（離間方向）を z とした xz 平面における座標情報 (x, z) として生成する。

この座標情報の生成、利用例については後段で説明する。

[0080] ローカル情報処理部102の生成した送信用ローカルユーザ視聴位置情報172と、送信用仮想視点画像173は、符号化部103において符号化（圧縮）され、リモート側の情報処理装置、すなわち、図8に示す第2ロケーション情報処理装置130に送信される。

[0081] [4.（実施例1）仮想カメラを半径 R の円状に移動させる実施例について]

次に、実施例1として、仮想視点画像を撮影するカメラである仮想カメラを半径 R の円状に移動させる実施例について説明する。

[0082] 図10を参照して、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161が実行するリモート側仮想視点位置情報183の生

成処理の具体例について説明する。

図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 は、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報 181 に基づいて、リモート側仮想視点位置情報 183 を生成する。

[0083] 図 9 に示すローカル情報処理部 102 の送信用仮想視点画像生成部 152 は、このリモート側仮想視点位置情報 183 に基づいて、このリモート側仮想視点位置から撮影したと仮定される仮想視点画像を生成する。

[0084] 図 10 は、先に図 4 (2) を参照して説明した設定と同様の設定において、仮想視点画像撮影カメラの位置（仮想カメラ位置）を算出する具体的手順を説明する図である。

図 10 左上部の図は、図 4 (2) を参照して説明したと同様の図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O : 撮影オブジェクト（＝仮想視点画像に含まれる表示ユーザ）

A : 視聴ユーザ（＝仮想視点画像を見るユーザ）

仮想視点画像撮影カメラ（＝仮想カメラ）

C : 仮想カメラ撮影方向設定点

[0085] 図 10 左上部の図には、 xz 平面座標の座標軸である x 軸と z 軸を示している。

撮影オブジェクト O の位置を含む水平面を xz 平面とした座標情報である。

図 10 には、撮影オブジェクト O の位置を原点 $(x, z) = (0, 0)$ として、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向（離間方向）を z とした xz 座標軸（ x 軸， z 軸）を示している。

[0086] なお、撮影オブジェクト O の位置を原点とした水平面である xz 平面は、撮影オブジェクト O が表示されるリモート側の表示装置、すなわち視聴ユーザ A が存在するリモート側の空間では、例えばリモート側装置の表示部の表示面に垂直な水平面に相当する。

[0087] 視聴ユーザ A の位置を (x_0, z_0) とする。この視聴ユーザ位置情報は、

リモート側の情報処理装置において計測され、ローカル側情報処理装置において受信する情報である。図9に示す受信リモートユーザ視聴位置情報181に相当する。

[0088] なお、座標の設定情報や、視聴ユーザの推定移動円の半径R等の設定情報、さらに、先に図4(2)を参照して説明した仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置情報等は、双方向コミュニケーション処理を実行する情報処理装置間で、予め決定し共有する。

これらの情報は、コミュニケーション開始前に実行するコミュニケーション準備処理において双方で決定し、共有する。

なお、具体的な処理シーケンスについては、後段でフローチャートを参照して説明する。

[0089] 図10を参照して、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

図10の右側に、

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

(b) 仮想カメラの設定位置の算出例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0090] (a) 仮想カメラの軌跡と向き

図10左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離をcとする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_1, z_1) 、

とする。

なお、視聴ユーザAの位置は、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181に相当する。

[0091] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、仮想視点画像を生成する仮想カメ

ラの移動経路を示すカメラ座標 (x_1, z_1) の軌跡は、

$$x^2 + z^2 = R^2$$

上記式を満足する座標 (x_1, z_1) となる。

なお、 R は、被写体 O を中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

このパラメータ決定、共有処理については、図 11 以下に示すフローチャートを参照した説明において詳細に説明する。

[0092] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点 C に向けた設定とする。

なお、被写体 O と仮想カメラ撮影方向設定点 C の距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体 O より前方（視聴ユーザ A に近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点 C が設定される場合は、距離 c が $+$ の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体 O より後方（視聴ユーザ A から離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点 C が設定される場合は、距離 c が $-$ の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点 C は、上述の半径 R と同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0093] （b）仮想カメラの設定位置の算出例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置の算出処理について説明する。

視聴ユーザ A の位置、すなわち、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報 181 を (x_0, z_0) とする。

図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 は、この受信リモートユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_1, z_1) を以下の手順で算

出する。

[0094] なお、視聴ユーザAは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

なお、被写体Oと視聴ユーザAを接続する直線OAは、同一空間に被写体Oと視聴ユーザAが存在すると想定した場合の直線であり、視聴ユーザA側の装置の表示部に表示される被写体Oの仮想的な位置と視聴ユーザAの実際の位置を結ぶ直線に相当する。

[0095] ここで、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (x_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$x_1^2 + z_1^2 = R^2$$

[0096] 上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R \times x_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

$$z_1 = R \times z_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

となり、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[0097] 図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181を (x_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

[0098] 図9に示すローカル情報処理部102の送信用仮想視点画像生成部152

は、このリモート側仮想視点位置情報 183、すなわち、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を入力し、この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) から撮影したと過程される仮想視点画像を生成する。この仮想視点画像の生成処理には、センサ部 101 から入力するセンサ情報、すなわち、

(a) 複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、

(b) 1 枚の画像と、被写体 (ローカルユーザ) 距離情報、

上記 (a), (b) のいずれかの情報が利用される。

[0099] ただし、送信用仮想視点画像生成部 152 の生成する仮想視点画像は、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) から、予め規定した仮想カメラ撮影方向設定点 C を撮影方向 (光軸方向) として設定して撮影した画像である。

この結果、先に図 5 ~ 図 7 を参照して説明したような表示画像、すなわち、表示部の表示面より奥側にコミュニケーション相手 (リモートユーザ) が存在するような感覚の立体画像の観察が可能となる。

[0100] [5. 情報処理装置の実行する処理シーケンスについて]

次に、図 11 以下のフローチャートを参照して情報処理装置の実行する処理シーケンスについて説明する。

[0101] 図 11 に示すフローチャートは、情報処理装置が、遠隔の第 2 の情報処理装置との間で双方向コミュニケーションを実行する場合の全体シーケンスを説明するフローチャートである。

なお、図 11 以下に示すフローチャートに従った処理は、例えば、情報処理装置の記憶部に格納されたプログラムに従って、プログラム実行機能を持つ CPU 等を備えたデータ処理部の制御の下に実行される。

図 11 に示すフローの各ステップの処理について、順次、説明する。

[0102] (ステップ S101)

まず、ステップ S101 において、情報処理装置は、双方向コミュニケーションを実行する第 2 ロケーションの情報処理装置との通信接続処理を実行する。

[0103] (ステップ S102)

ステップS 1 0 1において、双方向コミュニケーションを実行する2つの情報処理装置間の通信接続が完了すると、情報処理装置は、次に、ステップS 1 0 2において、コミュニケーション準備処理を実行する。

[0104] このコミュニケーション準備処理では、例えば先に図10を参照して説明した座標設定情報等、双方向コミュニケーションを行う情報処理装置間で利用するパラメータ等の決定、共有処理を行なう。

このコミュニケーション準備処理の詳細については、図12を参照して後段で説明する。

[0105] (ステップS 1 0 3)

ステップS 1 0 2において、双方向コミュニケーションを実行する2つの情報処理装置間で、利用パラメータ等の決定、共有処理等の準備処理が完了すると、情報処理装置は、次に、ステップS 1 0 3において、コミュニケーション処理を実行する。

[0106] このコミュニケーション処理において、情報処理装置は、通信相手側の視聴ユーザの視聴位置対応の仮想視点画像の生成、送信処理等を実行する。

このコミュニケーション処理の詳細については、図13を参照して後段で説明する。

[0107] (ステップS 1 0 4)

次に、ステップS 1 0 4において、情報処理装置は、コミュニケーションの終了判定を行ない、終了する場合は、ステップS 1 0 5に進む。終了せずコミュニケーションを継続する場合は、ステップS 1 0 3に戻りコミュニケーションの実行処理を継続する。

[0108] (ステップS 1 0 5)

ステップS 1 0 4において、コミュニケーションを終了すると判定した場合は、ステップS 1 0 5に進み、ステップS 1 0 5において、コミュニケーション相手装置との通信接続を解除する通信切断処理を実行して処理を終了する。

[0109] 次に、図12に示すフローチャートを参照して、図11のフローにおける

ステップS 1 0 2のコミュニケーション準備処理の詳細シーケンスについて説明する。

先に説明したように、図 1 1 のフローにおけるステップS 1 0 2のコミュニケーション準備処理では、例えば先に図 1 0 を参照して説明した座標設定情報等、双方向コミュニケーションを行う情報処理装置間で利用するパラメータ等の決定、共有処理を行なう。

図 1 2 に示すフローの各ステップの処理について説明する。

[0110] (ステップS 1 2 1)

まず、情報処理装置は、双方向コミュニケーション処理を実行する情報処理装置間で撮影画像を送受信する。

双方の視聴ユーザ（＝相手側の表示ユーザ）を撮影した画像の送受信を行う。

[0111] (ステップS 1 2 2)

次に、情報処理装置は、仮想視点画像の生成に必要なとなるパラメータの決定、共有処理を実行する。

なお、パラメータ決定処理は、双方向コミュニケーション処理を実行する2つの情報処理装置のいずれか一方において実行し、決定したパラメータを相手方に送信する構成としてもよい。

[0112] 決定し共有するパラメータは。例えば以下のパラメータである。

- (1) 座標設定情報
- (2) 視聴ユーザ推定移動軌跡情報
- (3) 仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置

[0113] 図 1 2 の右側の2つの図は、2つのパラメータ設定例 1, 2 を示す。

パラメータ設定例 1 は、先に図 1 0 を参照して説明したと同様、視聴ユーザAが表示ユーザの位置を中心とした半径Rの円上を移動すると想定した例である。

座標は、ユーザOの位置を原点とした水平面をx z 平面として、表示部表示面に平行な方向をx 軸、垂直方向をz 軸として設定した座標設定である。

視聴ユーザ推定移動軌跡は、例えば、原点 $(x, z) = (0, 0)$ を中心とした半径 R の円である。

仮想カメラ撮影方向設定点 C の位置は、図 12 に示す (x_c, z_c) の位置となる。

双方向コミュニケーションを実行する少なくとも一方の情報処理装置は、例えばこれらのパラメータを決定し、相手方に決定パラメータを通知し、双方の情報処理装置間でパラメータを共有する処理を行なう。

[0114] パラメータ設定例 2 は、先に図 10 を参照して説明した例と異なり、視聴ユーザ A が表示ユーザの位置から表示面垂直方向に距離 R の位置を表示面に平行に移動すると想定した例である。

座標は、ユーザ O の位置を原点とした水平面を xz 平面として、表示部表示面に平行な方向を x 軸、垂直方向を z 軸として設定した座標設定である。

視聴ユーザ推定移動軌跡は、表示ユーザの位置（原点 $(x, z) = (0, 0)$ ）から表示面垂直方向に距離 R の位置の表示面に平行なラインである。

仮想カメラ撮影方向設定点 C の位置は、図に示す (x_c, z_c) の位置となる。

双方向コミュニケーションを実行する少なくとも一方の情報処理装置は、例えばこれらのパラメータを決定し、相手方に決定パラメータを通知し、双方の情報処理装置間でパラメータを共有する処理を行なう。

[0115] 図 11 に示すフローのステップ $S102$ におけるコミュニケーション準備処理では、これらのパラメータの決定、共有処理が実行される。

これらの処理の後、ステップ $S103$ のコミュニケーション処理が開始される。

[0116] 次に、図 11 に示すフロー中のステップ $S103$ の処理、すなわちコミュニケーション処理の詳細シーケンスについて図 13 に示すフローチャートを参照して説明する。

コミュニケーション処理において、情報処理装置は、通信相手側の視聴ユーザの視聴位置対応の仮想視点画像の生成、送信処理等を実行する。

以下、図 1 3 に示すフローの各ステップの処理について、順次説明する。

[0117] なお、図 1 3 に示すフローにおいて、

ステップ S 1 3 1 ~ 1 3 2 の処理、

ステップ S 1 4 1 ~ S 1 4 2 の処理、

ステップ S 1 5 1 ~ S 1 5 2 の処理、

これらの各処理は、並列に実行される。

また、ステップ S 1 4 3 ~ S 1 4 4 の処理は、ステップ S 1 5 1 ~ S 1 5 2 の処理と並列に実行される。

[0118] (ステップ S 1 3 1)

情報処理装置は、ステップ S 1 3 1 において、センサ情報の取得処理を行なう、具体的には、双方向コミュニケーションの自装置側の利用ユーザであるローカルユーザの撮影画像を取得する。

画像撮影は、先に図 1 を参照して説明したように、例えば異なる位置に設置された複数のカメラによって実行される。

なお、1つのカメラの撮影画像と、デプス情報（距離情報）を取得する設定としてもよい。

[0119] (ステップ S 1 3 2)

次に情報処理装置は、ステップ S 1 3 2 において、ローカルユーザの視聴位置を検出する。ステップ S 1 3 1 で取得したセンサ情報、すなわち、

複数の異なる位置からの撮影画像、あるいは、

1つのカメラの撮影画像とデプス情報、

上記いずれかのセンサ情報に基づいて、ローカルユーザの視聴位置を検出する。

[0120] (ステップ S 1 4 1)

情報処理装置は、ステップ S 1 3 1 ~ S 1 3 2 の処理に並列にステップ S 1 4 1 ~ S 1 4 2 の処理を実行する。

まず、ステップ S 1 4 1 において、双方向コミュニケーションの相手装置側の利用ユーザであるリモートユーザの視聴位置情報を受信取得する。

この情報は、リモート側の情報処理装置において生成、送信された情報である。

[0121] (ステップS 1 4 2)

次に、情報処理装置は、ステップS 1 4 1においてリモート側装置から受信したリモートユーザ視聴位置情報に基づいて、リモート装置に送信する仮想視点画像の仮想視点位置を算出する。

[0122] この処理は、先に、図9を参照して説明したリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の実行する処理である。リモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、リモート側の情報処理装置から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181に基づいて、予め既定されたアルゴリズムに従ってリモート側仮想視点位置情報183を算出する。

[0123] すなわちリモート側で表示部を見ている視聴ユーザであるリモートユーザの視聴位置（受信リモートユーザ視聴位置情報181）を入力して、リモート側の表示部に表示する仮想視点画像の撮影位置となる仮想視点位置（リモート側仮想視点位置情報183）を算出する。具体的には、先に図10を参照して説明した仮想カメラ位置（ x_1 , z_1 ）を算出する。

[0124] (ステップS 1 4 3)

次に、情報処理装置は、ステップS 1 4 3において、リモートユーザの仮想視点位置対応のローカルユーザの仮想視点画像を生成する。

[0125] この処理は、先に図9を参照して説明したローカル情報処理部102の送信用仮想視点画像生成部152の実行する処理である。

ローカル情報処理部102の送信用仮想視点画像生成部152は、ステップS 1 3 1で取得したセンサ情報（画像等）と、ステップS 1 4 2で算出した仮想視点位置（リモート側仮想視点位置情報183）、これらの入力情報に基づいて、リモート側の情報処理装置に送信する仮想視点画像、すなわち図9に示す送信用仮想視点画像173を生成する。

[0126] この送信用仮想視点画像173は、リモート側仮想視点位置情報183に

対応する仮想視点位置から観察した画像である。

具体的には、例えば図４（２）の仮想視点画像撮影カメラによって撮影される仮想視点画像であり、撮影方向（光軸方向）を仮想カメラ撮影方向設定点Ｃに設定した撮影された仮想視点画像である。

この仮想視点画像は、図５～図７を参照して説明したように、表示部において表示された場合、表示ユーザが表示部の表示面より奥側に位置するように観察される３次元画像データである。

[0127] （ステップＳ１４４）

次に、情報処理装置は、ステップＳ１４４において、ステップＳ１３２で検出したローカルユーザの視聴位置情報と、ステップＳ１４３で生成した送信用仮想視点画像、すなわちリモートユーザの視聴位置に基づいて算出した仮想視点対応の仮想視点画像をリモート側の情報処理装置に送信する。

[0128] （ステップＳ１５１）

ステップＳ１５１～Ｓ１５２の処理は、ステップＳ１３１～Ｓ１３２、ステップＳ１４１～Ｓ１４４の処理と並列に行われる処理である。

[0129] 情報処理装置は、ステップＳ１５１において、リモート側の次用法処理装置から送信されるリモートユーザの仮想視点画像を受信する。

この仮想視点画像は、リモート側の装置において、図１３のフローのステップＳ１３１～Ｓ１３２、ステップＳ１４１～Ｓ１４４の処理と同様の処理が行われ、生成されたりリモートユーザが含まれる仮想視点画像である。

仮想視点位置は、ローカルユーザの視聴位置に基づいて算出された仮想視点となる。

[0130] （ステップＳ１５２）

情報処理装置は、ステップＳ１５２において、ステップＳ１５１でリモート情報処理装置から受信した仮想視点画像を表示部に表示する。

この仮想視点画像は、ローカルユーザの視聴位置に基づいて算出された仮想視点から撮影された画像に相当する画像である。

[0131] 具体的には、例えば図４（２）に示す仮想視点画像撮影カメラからの撮影

画像に相当する。

先に図４（２）を参照して説明したように、この仮想視点画像は、仮想カメラ撮影方向設定点Ｃに、カメラを向けて撮影した画像に相当し、図５～図７を参照して説明したように、表示ユーザ（リモートユーザ）は表示部の表示面より奥側に位置する３次元画像データとして表示される。

[0132] [６．自装置の表示部に表示する表示用仮想視点画像生成処理を、自装置側で行う実施例について]

図１３に示すフローチャートに従ったコミュニケーション処理は、自装置の表示部に表示する表示用仮想視点画像の生成処理を相手装置（リモート装置）において実行し、相手装置（リモート装置）の生成した仮想視点画像を、自装置（ローカル装置）が受信して、自装置（ローカル装置）の表示部に表示するシーケンスである。

[0133] この処理は、先に図９を参照して説明したローカル情報処理装置１０２と、リモート情報処理装置１０７の構成に対応した処理である。

[0134] 次に、自装置の表示部に表示する表示用仮想視点画像の生成処理を自装置側で行う実施例について、図１４、図１５を参照して説明する。

[0135] 図１４は、本実施例におけるローカル情報処理部１０２と、リモート情報処理部１０７の詳細構成と処理について説明する図である。

なお、図１４に示すローカル情報処理部１０２と、リモート情報処理部１０７は、図８に示す情報処理装置１００の構成要素である。

[0136] 図１４に示すように、ローカル情報処理部１０２は、ローカルユーザ視聴位置検出部２０１と、ローカル側仮想視点位置算出部２０２を有する。

また、リモート情報処理部１０７は、表示用仮想視点画像生成部２１１を有する。

[0137] 図１４に示すように、ローカル情報処理部１０２は、センサ部１０１からローカル側センサ情報２３１を入力する。

ローカル側センサ情報２３１には、以下の（ａ）、（ｂ）のいずれかの情報が含まれる。

- (a) 複数の異なる位置からローカルユーザを撮影した画像、あるいは、
- (b) 1枚の画像と、被写体（ローカルユーザ）距離情報、

ローカル情報処理部102は、少なくともこれら(a), (b)のいずれかを含むローカル側センサ情報231を入力する。

[0138] これらのセンサ情報231は、符号化部103において符号化され、リモート側の情報処理装置にそのまま送信される。

さらに、ローカル情報処理部102のローカルユーザ視聴位置検出部201に入力される。

[0139] ローカル情報処理部102のローカルユーザ視聴位置検出部201は、センサ部101から入力する上記(a), (b)のいずれかの情報を入力し、これらの入力情報に基づいて、ローカルユーザの視聴位置情報を生成する。
図14に示すローカルユーザ視聴位置情報232である。

[0140] ユーザ視聴位置情報は、先に図10を参照して説明したように、例えば、表示部の表示面の中心位置を含む水平面を xz 平面とした座標情報である。

予め規定した原点を $(x, z) = (0, 0)$ 、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向（離間方向）を z とした xz 平面における座標情報 (x, z) として生成する。

[0141] ローカルユーザ視聴位置検出部201の生成したローカルユーザ視聴位置情報232は、ローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202に入力される。

[0142] ローカル側仮想視点位置算出部202は、ローカルユーザ視聴位置情報232に基づいて、予め既定されたアルゴリズムに従ってローカル側仮想視点位置情報233を算出する。

すなわち自装置のローカル側で表示部を見ている視聴ユーザであるローカルユーザの視聴位置（ローカルユーザ視聴位置情報232）を入力して、自装置（ローカル）側の表示部に表示する仮想視点画像の撮影位置となる仮想視点位置（ローカル側仮想視点位置情報233）を算出する。

[0143] ローカル側仮想視点位置情報233は、例えば表示部の表示面の中心位置

を含む水平面を xz 平面とした座標情報である。

予め規定した原点を $(x, z) = (0, 0)$ 、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向（離間方向）を z とした xz 平面における座標情報 (x, z) として生成する。

[0144] ローカル側仮想視点位置算出部 202 が算出したローカル側仮想視点位置情報 233 は、リモート情報処理部 107 の表示用仮想視点画像生成部 211 に入力される。

[0145] リモート情報処理部 107 の表示用仮想視点画像生成部 211 は、リモート側情報処理装置から受信するセンサ情報 234、すなわち、
(a) 複数の異なる位置からリモートユーザを撮影した画像、あるいは、
(b) 1 枚の画像と、被写体（リモートユーザ）距離情報、
上記 (a)、(b) のいずれかの情報を入力し、さらに、
ローカル側仮想視点位置算出部 202 が算出したローカル側仮想視点位置情報 233 を入力する。

[0146] リモート情報処理部 107 の表示用仮想視点画像生成部 211 は、これらの入力情報に基づいて、自装置（ローカル）側の表示部に表示する仮想視点画像、すなわち図 14 に示す表示用仮想視点画像 235 を生成して、表示部 108 に表示する。

この表示用仮想視点画像 235 は、ローカル側仮想視点位置情報 233 に対応する仮想視点位置から観察した画像である。

具体的には、例えば図 4 (2) の仮想視点画像撮影カメラによって撮影される仮想視点画像である。

[0147] 先に説明した図 9 の構成は、リモート側から受信する仮想視点画像をそのまま表示する構成であったが、この図 14 に示す構成では、リモート側から受信するセンサ情報（画像、または画像とデプス情報）を利用して、自装置側で、表示用の仮想視点画像を生成する構成である。

[0148] この構成において情報処理装置の実行する処理シーケンスは、先に説明した図 11 に従った処理となり、ステップ S102 のコミュニケーション準備

処理は、先に図 1 2 を参照して説明したフローに従った処理となる。

ただし、ステップ S 1 0 3 のコミュニケーション処理は、先に説明した図 1 3 に示すフローとは異なるシーケンスとなる。

[0149] 図 1 4 の構成を適用した場合のステップ S 1 0 3 のコミュニケーション処理の詳細シーケンスについて、図 1 5 に示すフローチャートを参照して説明する。

図 1 4 の構成を適用した場合、コミュニケーション処理において、情報処理装置は、自装置側の視聴ユーザの視聴位置対応の仮想視点画像の生成、表示処理等を実行する。

以下、図 1 5 に示すフローの各ステップの処理について、順次説明する。

[0150] (ステップ S 1 7 1)

情報処理装置は、ステップ S 1 7 1 において、センサ情報の取得処理を行なう、具体的には、双方向コミュニケーションの自装置側の利用ユーザであるローカルユーザの撮影画像を取得する。

画像撮影は、先に図 1 を参照して説明したように、例えば異なる位置に設置された複数のカメラによって実行される。

なお、1つのカメラの撮影画像と、デプス情報を取得する設定としてもよい。

[0151] (ステップ S 1 7 2)

次に情報処理装置は、ステップ S 1 7 2 において、ステップ S 1 7 1 で取得したセンサ情報をリモート側の情報処理装置に送信する。

[0152] (ステップ S 1 8 1)

情報処理装置は、ステップ S 1 8 1 において、ローカルユーザの視聴位置を検出する。ステップ S 1 7 1 で取得したセンサ情報、すなわち、

複数の異なる位置からの撮影画像、あるいは、

1つのカメラの撮影画像とデプス情報、

上記いずれかのセンサ情報に基づいて、ローカルユーザの視聴位置を検出する。

[0153] (ステップS 1 8 2)

次に、情報処理装置は、ステップS 1 8 2において、ステップS 1 8 1で取得したローカルユーザ視聴位置情報に基づいて、ローカルユーザの仮想視点位置を算出する。

[0154] この処理は、先に、図 1 4 を参照して説明したローカル情報処理部 1 0 2 のローカル側仮想視点位置算出部 2 0 2 の実行する処理である。ローカル情報処理部 1 0 2 のローカル側仮想視点位置算出部 2 0 2 は、ローカルユーザ視聴位置検出部 2 0 1 が生成したローカルユーザ視聴位置情報 2 3 2 に基づいて、予め既定されたアルゴリズムに従ってローカル側仮想視点位置情報 2 3 2 を算出する。

[0155] すなわち自装置側（ローカル側）で表示部を見ている視聴ユーザであるローカルユーザの視聴位置（ローカルユーザ視聴位置情報 2 3 2）を入力して、ローカル側の表示部に表示する仮想視点画像の撮影位置となる仮想視点位置（ローカル側仮想視点位置情報 2 3 3）を算出する。具体的には、先に図 1 0 を参照して説明した仮想カメラ位置（ x_1 , z_1 ）を算出する。

[0156] (ステップS 1 9 1)

ステップS 1 9 1 は、リモート側情報処理装置からのセンサ情報の受信処理である。

具体的には、

(a) 複数の異なる位置からリモートユーザを撮影した画像、あるいは、

(b) 1 枚の画像と、被写体（リモートユーザ）距離情報、

上記 (a), (b) のいずれかの情報を受信する。

[0157] (ステップS 1 9 2)

次に、情報処理装置は、ステップS 1 9 2において、ローカルユーザの仮想視点位置対応のリモートユーザの仮想視点画像を生成する。

[0158] この処理は、先に図 1 4 を参照して説明したリモート情報処理部 1 0 7 の表示用仮想視点画像生成部 2 1 1 の実行する処理である。

リモート情報処理部 1 0 7 の表示用仮想視点画像生成部 2 1 1 は、ステッ

プS 1 9 1 で取得したリモート側のセンサ情報（画像等）と、ステップS 1 8 2 で算出した仮想視点位置（ローカル側仮想視点位置情報2 3 3）、これらの入力情報に基づいて、自装置（ローカル）側の表示部に表示する仮想視点画像、すなわち図1 4 に示す表示用仮想視点画像2 3 5 を生成する。

[0159] この表示用仮想視点画像2 3 5 は、ローカル側仮想視点位置情報2 3 3 に対応する仮想視点位置から観察した画像である。

具体的には、例えば図4（2）の仮想視点画像撮影カメラによって撮影される仮想視点画像である。

[0160] （ステップS 1 9 3）

次に、情報処理装置は、ステップS 1 9 3 において、ステップS 1 9 2 で生成した表示用仮想視点画像、すなわちローカルユーザの視聴位置に基づいて算出した仮想視点対応の仮想視点画像を自装置（ローカル）側の表示部に表示する。

[0161] 表示部に表示される仮想視点画像は、ローカルユーザの視聴位置に基づいて算出された仮想視点から撮影された画像に相当する画像である。

具体的には、例えば図4（2）に示す仮想視点画像撮影カメラからの撮影画像に相当する。

先に図4（2）を参照して説明したように、この仮想視点画像は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに、カメラを向けて撮影した画像に相当し、図5～図7を参照して説明したように、表示ユーザ（リモートユーザ）は表示部の表示面より奥側に位置する3次元画像データとして表示される。

[0162] [7.（実施例1の変形例1）仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について]

次に実施例1の変形例1（バリエーション1）として、仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について説明する。

[0163] 仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出処理の具体例として、先に図1 0を参照して説明した。

この図1 0に示す仮想カメラ位置の算出処理を、簡易化した処理について

、図 16 を参照して説明する。

[0164] 図 16 に示す左上部の図も、先に説明した図 10 と同様、図 4 (2) を参照して説明したと同様の図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O : 撮影オブジェクト (= 仮想視点画像に含まれる表示ユーザ)

A : 視聴ユーザ (= 仮想視点画像を見るユーザ)

仮想視点画像撮影カメラ (= 仮想カメラ)

C : 仮想カメラ撮影方向設定点

[0165] 図 16 左上部の図には、 xz 平面座標の座標軸である x 軸と z 軸を示している。

表示部の表示面の中心位置を含む水平面を xz 平面とした座標情報である。

図 16 には、撮影オブジェクト O の位置を原点 $(x, z) = (0, 0)$ として、表示部表示面に平行な方向を x 、表示部表示面に垂直な方向 (離間方向) を z とした xz 座標軸 (x 軸, z 軸) を示している。

[0166] 視聴ユーザ A の位置を (x_0, z_0) とする。なお、座標の設定情報や、視聴ユーザの推定移動円の半径 R 等の設定情報、さらに、先に図 4 (2) を参照して説明した仮想カメラ撮影方向設定点 C の位置情報等は、双方向コミュニケーション処理を実行する情報処理装置間で、予め決定し共有する。

これらの情報は、図 11、図 12 のフローを参照して説明したようにコミュニケーション開始前に実行するコミュニケーション準備処理において双方で決定し、共有する。

図 16 の右側に、仮想カメラの設定位置の算出処理の手順を示している。

[0167] 視聴ユーザ A の位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0168] なお、視聴ユーザ A は、被写体 O を中心とする半径 R の円の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体 O を中心とする半径 R の円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

図 1 6 に示す仮想カメラ位置算出処理例では、視聴ユーザ A の中心座標 (x_0, z_0) の x 座標位置と、仮想カメラ位置座標 (x_1, z_1) の x 座標を一致するものと近似する。すなわち、

$$x_1 = x_0$$

とする。ただし、

$x_0 > R$ の場合は、 z_1 が求まるように、

$$x_0 = R$$

上記の近似処理を行う。

[0169] この近似処理を行なうと、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (x_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$x_1 = x_0$$

$$x_1^2 + z_1^2 = R^2$$

[0170] 上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = x_0$$

$$z_1 = \text{SQRT}(R^2 - x_0^2)$$

となり、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[0171] この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が、例えば図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報 183 となる。

また、図 1 4 に示す例では、図 1 4 に示すローカル情報処理部 102 のローカル側仮想視点位置算出部 202 の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報 233 が、この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) となる。

[0172] [8. (実施例 1 の変形例 2) 仮想カメラ撮影方向設定点 C を被写体後方に配置した例について]

次に、実施例 1 の変形例 2 (バリエーション 2) として、仮想カメラ撮影方向設定点 C を被写体後方に配置した例について説明する。

[0173] 図 1 7 は、仮想カメラ撮影方向設定点 C を被写体 O の後方に配置した例に

ついて説明する図である。

先に図4を参照して説明したように、例えば図4（1）に示すように、仮想視点画像撮影カメラの撮影方向を被写体に一致させると図3を参照して説明したように、ユーザOの位置が表示面（ディスプレイ面）位置に固定されてしまい、不自然な動きを示す3次元画像として観察されるという問題がある。

[0174] そこで、図4（2）に示すように、仮想視点画像撮影カメラの撮影方向はユーザOではなく、被写体（ユーザO）の前方に設定された仮想カメラ撮影方向設定点Cとすることで、図5～図7を参照して説明したように、表示ユーザOを表示部の表示面から離れた位置に存在するように表示することが可能となり、自然な奥行き感のある立体画像の表示を行うことができる。

[0175] 図10を参照して説明した（実施例1）は、図4（2）の設定と同様、被写体（ユーザO）の前方に仮想カメラ撮影方向設定点Cを設定した例である。

この仮想カメラ撮影方向設定点Cを、様々な位置に設定することで、表示部に表示されるオブジェクト（被写体）見え方を変更することが可能となる。

[0176] 図17に示す例は、仮想カメラ撮影方向設定点Cを被写体後方に配置した例を示している。

このような設定とすると、表示ユーザOを表示部の表示面の前方の位置に存在するように表示することが可能となる。

[0177] 図18は、図17に示す仮想視点画像撮影カメラの設定で生成した仮想視点画像の表示例を示す図である。

図18には、以下の各図を示している。

図18中央（1）ユーザAが表示部を正面から観察している場合（＝ユーザAが、図17の位置p2から表示部を観察している場合）

図18左側（2）ユーザAが表示部を左斜めから観察している場合（＝ユーザAが、図17の位置p1から表示部を観察している場合）

図 1 8 右側 (3) ユーザ A が表示部を右斜めから観察している場合 (= ユーザ A が、図 1 7 の位置 p 3 から表示部を観察している場合)

[0178] 図 1 8 に示す表示部のユーザ O の表示態様は、以下の通りである。

図 1 8 中央 (1) ユーザ A が表示部を正面から観察している場合には、ユーザ O を正面から見た顔が表示される。

ユーザ O の表示位置は表示部の中央になる。

[0179] 図 1 8 左側 (2) ユーザ A が表示部を左斜めから観察している場合には、ユーザ O を左斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザ O の表示位置が表示部の右側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図 1 7 に示す仮想カメラ撮影方向設定点 C に向いているためであり、表示部の中央位置に点 C が設定され、ユーザ O の表示位置は、表示部の中央より右側にずれた位置となる。

[0180] また、図 1 8 右側 (3) ユーザ A が表示部を右斜めから観察している場合には、ユーザ O を右斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザ O の表示位置が表示部の左側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図 1 7 に示す仮想カメラ撮影方向設定点 C に向いているためであり、表示部の中央位置に点 C が設定され、ユーザ O の表示位置は、表示部の中央より左側にずれた位置となる。

[0181] これらの画像表示により、視聴ユーザ A は、運動視差により、表示ユーザ O の位置が図 1 8 の上段に示すように、表示部表示面から前面に飛び出した位置として把握することになる。

[0182] このように、仮想カメラ撮影方向設定点 C を被写体 (= 表示ユーザ等の表示オブジェクト) と異なる位置に設定することで、表示ユーザ等の表示オブジェクトを表示部の表示面から離れた様々な位置に存在するように表示することが可能となる。

[0183] [9. (実施例 1 の変形例 3) 仮想カメラを、仮想カメラ撮影方向設定点 C を中心とする半径 R の円上に位置させた例について]

次に、実施例 1 の変形例 3 (バリエーション 3) として、仮想カメラを、

仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径Rの円上に位置させた例について説明する。

[0184] 図19を参照して本例の仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

図19の左に示す図は、仮想カメラ（仮想視点画像撮影カメラ）を、仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径Rの円上に位置させた例を示している。

[0185] 図19の右側に、

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

(b) 仮想カメラの設定位置の算出例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0186] (a) 仮想カメラの軌跡と向き

図19左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離をcとする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_1, z_1) 、

とする。

[0187] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標 (x_1, z_1) の軌跡は、

$$x^2 + (z - c)^2 = R^2$$

上記式を満足する座標 (x_1, z_1) となる。

なお、Rは、仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0188] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述の半径Rと同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0189] (b) 仮想カメラの設定位置の算出例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置の算出処理について説明する。

視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

この視聴ユーザ位置は、予め取得され、取得された視聴ユーザ位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0190] なお、仮想カメラは、仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径Rの円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、仮想カメラ撮影方向設定点Cと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

[0191] ここで、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (x_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$x_1^2 + (z_1 - c)^2 = R^2$$

[0192] 上記の連立方程式を解くと、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[0193] 例えば、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181を (x_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

[0194] また、図14に示す例では、図14に示すローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報233が、この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) となる。

[0195] [10. (実施例1の変形例4) 仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を視聴ユーザ位置に応じて移動する設定とした例について]

次に、実施例1の変形例4（バリエーション4）として、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を視聴ユーザ位置に応じて移動する設定とした例について説明する。

[0196] 図20を参照して本例の仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

図20の左に示す図は、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を視聴ユーザ位置に応じて移動する設定とした例を示している。

[0197] 例えば、視聴ユーザAが図に示す位置p1にいる場合の仮想カメラ撮影方向設定点は図に示すC1である。

また、視聴ユーザAが図に示す位置p2にいる場合の仮想カメラ撮影方向設定点は図に示すC2である。

[0198] 仮想カメラ撮影方向設定点Cは、視聴ユーザ位置に応じて図に示すz軸情報を移動する。

被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とし、

被写体Oと視聴ユーザAとを結ぶOAと、z軸との角度を θ としたとき、

$$c = c_0 \times \theta$$

とする。

ただし、 c_0 は予め既定された係数である。

このような設定の下、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置が、視聴ユーザ位置に応じて移動する。

[0199] 図20の右側に、

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

(b) 仮想カメラ撮影方向設定点Cの設定例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0200] (a) 仮想カメラの軌跡と向き

図20左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_1, z_1) 、

とする。

[0201] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標 (x_1, z_1) の軌跡は、

$$x^2 + z^2 = R^2$$

上記式を満足する座標 (x_1, z_1) となる。

なお、 R は、仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0202] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

[0203] (b) 仮想カメラ撮影方向設定点Cの設定例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの撮影方向設定点Cの設定例について説明する。

[0204] 図20左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_1, z_1) 、

とする。

[0205] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標 (x_1, z_1) の軌跡は

、

$$x^2 + z^2 = R^2$$

上記式を満足する座標 (x_1, z_1) となる。

[0206] 仮想カメラの光軸の向きを決定する仮想カメラの撮影方向設定点Cは、

被写体の手前、または後ろに設定可能である。

前述したように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とし

、

被写体Oと視聴ユーザAとを結ぶOAと、 z 軸との角度を θ としたとき、

$$c = c_0 \times \theta$$

とする。

ただし、 c_0 は予め既定された係数である。

このような設定の下、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置が、視聴ユーザ位置に応じて移動する。

[0207] [11. (実施例2) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる実施例について]

次に、実施例2として、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる実施例について説明する。

[0208] 例えば、図10を参照して説明した実施例1において、仮想視点画像を撮影する仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径Rの円弧上を移動する設定としていた。

以下に説明する実施例2は、図21に示すように、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる実施例である。

[0209] 図21に示す図は、視聴ユーザA、および仮想カメラが、被写体Oからz軸方向（表示面垂直方向）に距離Rの位置を表示面に平行移動すると想定した例である。

座標は、ユーザOの位置を原点とした水平面をxz平面として、表示部表示面に平行な方向をx軸、垂直方向をz軸として設定してある。

仮想カメラの軌跡は、表示ユーザの位置（原点（x, z）=（0, 0））から表示面垂直方向に距離Rの位置の表示面に平行なラインpqとなる。

[0210] 図21の右側に、

（a）仮想カメラの軌跡と向き

（b）仮想カメラ位置算出例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0211] （a）仮想カメラの軌跡と向き

図21左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離をcとする。また、

視聴ユーザAの座標を（ x_0 , z_0 ）、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を（ x_1 , z_1 ）、

とする。

[0212] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標（ x_1 , z_1 ）の軌跡は

、

$$z = R$$

となる。

なお、Rは、被写体Oからのz方向距離であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0213] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離cの正負の設定は以

下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離cが+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離cが-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述のRと同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0214] (b) 仮想カメラ設定位置算出例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置の算出処理について説明する。

視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

この視聴ユーザ位置は、予め取得され、取得された視聴ユーザ位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0215] なお、仮想カメラは、被写体Oからのz方向距離Rの直線pqの軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oからのz方向距離Rの直線pqの交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

[0216] ここで、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (x_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$z_1 = R$$

[0217] 上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R \times x_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

となり、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[0218] 例えば、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181を (x_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

[0219] また、図14に示す例では、図14に示すローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報233が、この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) となる。

[0220] [12. (実施例2の変形例1) 仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について]

次に実施例2の変形例1 (バリエーション1) として、仮想視点画像の撮影位置に相当する仮想カメラ位置の算出を簡易化した例について説明する。

図22を参照して説明する。

[0221] 図22に示す左上部の図も、先に説明した図21と同様、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる実施例を説明する図である。

図22に示す図は、視聴ユーザA、および仮想カメラが、被写体Oからz軸方向 (表示面垂直方向) に距離Rの位置を表示面に平行移動すると想定した例である。

座標は、ユーザOの位置を原点とした水平面をxz平面として、表示部表示面に平行な方向をx軸、垂直方向をz軸として設定してある。

仮想カメラの軌跡は、表示ユーザの位置 (原点 (x, z) = (0, 0)) から表示面垂直方向に距離Rの位置の表示面に平行なラインpqとなる。

[0222] 図22の右側に、仮想カメラの設定位置の算出処理の手順を示している。
視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0223] なお、仮想カメラは、被写体 O からの z 方向距離 R の直線 $p q$ の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザ A の中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線 OA と、被写体 O からの z 方向距離 R の直線 $p q$ の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

さらに、視聴ユーザ A と仮想カメラの x 座標が一致すると近似する。

[0224] ここで、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (x_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$x_1 = x_0$$

$$z_1 = R$$

上記となり、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[0225] 例えば、図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報 181 を (x_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が、図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報 183 となる。

[0226] また、図 14 に示す例では、図 14 に示すローカル情報処理部 102 のローカル側仮想視点位置算出部 202 の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報 233 が、この仮想カメラ位置 (x_1, z_1) となる。

[0227] [13. (実施例 3) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを半径 R の垂直の円状に移動させる実施例について]

次に、実施例 3 として、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを半径 R の垂直の円状に移動させる実施例について説明する。

[0228] 図23は、本実施例3の構成を説明する図であり、以下の各構成要素からなる図である。

○：撮影オブジェクト（＝仮想視点画像に含まれる表示ユーザ）

A：視聴ユーザ（＝仮想視点画像を見るユーザ）

仮想視点画像撮影カメラ（＝仮想カメラ）

C：仮想カメラ撮影方向設定点

[0229] 図23は、被写体○を原点として、垂直上方向をy方向、右方向をz方向としたyz平面座標の座標軸であるy軸とz軸を示している。

仮想カメラは、被写体○を中心とした上下（垂直）方向の半径Rの半円上を移動する。

[0230] 視聴ユーザAの位置を（ y_0 , z_0 ）とする。

仮想カメラの位置を（ y_1 , z_1 ）とする。

なお、座標の設定情報や、視聴ユーザの推定移動円の半径R等の設定情報、さらに、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置情報等は、双方向コミュニケーション処理を実行する情報処理装置間で、予め決定し共有する。

これらの情報は、コミュニケーション開始前に実行するコミュニケーション準備処理において双方で決定し、共有する。

[0231] 図24は、図23に示す仮想視点画像撮影カメラの設定で生成した仮想視点画像の表示例を示す図である。

図24には、以下の各図を示している。

図24（1）ユーザAが表示部を上斜めから観察している場合（＝ユーザAが、図23の位置p1から表示部を観察している場合）

図24（2）ユーザAが表示部を正面から観察している場合（＝ユーザAが、図23の位置p2から表示部を観察している場合）

図24（3）ユーザAが表示部を下斜めから観察している場合（＝ユーザAが、図23の位置p3から表示部を観察している場合）

[0232] 図24に示す表示部のユーザ○の表示態様は、以下の通りである。

図24（2）ユーザAが表示部を正面から観察している場合には、ユーザ

○を正面から見た顔が表示される。

ユーザ○の表示位置は表示部の中央になる。

[0233] 図24(1) ユーザAが表示部を上斜めから観察している場合には、ユーザ○を上斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザ○の表示位置が表示部の上側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図23に示す仮想カメラ撮影方向設定点Cに向いているためであり、表示部の中央位置に点Cが設定され、ユーザ○の表示位置は、表示部の中央より上側にずれた位置となる。

[0234] また、図24(3) ユーザAが表示部を下斜めから観察している場合には、ユーザ○を下斜めから見た顔が表示されている。

ただし、ユーザ○の表示位置が表示部の下側に移動する。これは、仮想画像撮影カメラの向きが、図23に示す仮想カメラ撮影方向設定点Cに向いているためであり、表示部の中央位置に点Cが設定され、ユーザ○の表示位置は、表示部の中央より下側にずれた位置となる。

[0235] これらの画像表示により、視聴ユーザAは、運動視差により、表示ユーザ○の位置が図24の右側に示すように、表示部表示面より奥側の位置に把握することになる。

[0236] 次に、図25を参照して、この実施例3の仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

図25の左に示す図は、仮想カメラ（仮想視点画像撮影カメラ）を、被写体○を中心とした上下（垂直）方向の半径Rの半円上を移動する例を示している。

[0237] 図25の右側に、

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

(b) 仮想カメラの設定位置の算出例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0238] (a) 仮想カメラの軌跡と向き

図25左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とする。また、

視聴ユーザAの座標を (y_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (y_1, z_1) 、

とする。

[0239] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標 (y_1, z_1) の軌跡は、

$$y^2 + z^2 = R^2$$

上記式を満足する座標 (y_1, z_1) となる。

なお、 R は、被写体Oを中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0240] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述の半径 R と同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0241] (b) 仮想カメラの設定位置の算出例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置の算出処理について説明する。

視聴ユーザAの位置を (y_0, z_0) とする。

この視聴ユーザ位置は、予め取得され、取得された視聴ユーザ位置情報 (y_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (y_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0242] なお、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (y_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (y_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

[0243] ここで、仮想カメラ位置 (y_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (y_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / y_0) y_1$$

$$y_1^2 + z_1^2 = R^2$$

[0244] 上記の連立方程式を解くと、

$$y_1 = R y_0 / \text{SQRT}(y_0^2 + z_0^2)$$

$$z_1 = R z_0 / \text{SQRT}(y_0^2 + z_0^2)$$

となり、

仮想カメラ位置 (y_1, z_1) が求まる。

[0245] 例えば、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181を (y_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (y_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (y_1, z_1) が、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

[0246] また、図14に示す例では、図14に示すローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報233が、この仮想カメラ位置 (y_1, z_1) となる。

[0247] [14. (実施例4) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを垂直な直線状に移動させる実施例について]

次に、実施例2として、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを垂直（上下）方向の直線状に移動させる実施例について説明する。

[0248] 先に図23～図25を参照して説明した実施例3において、仮想視点画像を撮影する仮想カメラは、被写体Oを中心として垂直（上下）方向に設定した半径Rの円弧上を移動する。

以下に説明する実施例4は、図26に示すように、仮想視点画像を撮影する仮想カメラを垂直（上下）方向の直線状に移動させる実施例である。

[0249] 図26に示す図は、視聴ユーザA、および仮想カメラが、被写体Oからz軸方向（表示面垂直方向）に距離Rの位置を垂直に直線状に移動すると想定した例である。

座標は、ユーザOの位置を原点とした垂直面をyz平面として、上下方向をy軸、水平方向をz軸として設定してある。

仮想カメラの軌跡は、表示ユーザの位置（原点（y, z）=（0, 0））から表示面距離Rの位置の表示面に平行な垂直ラインpqとなる。

[0250] 図26の右側に、

（a）仮想カメラの軌跡と向き

（b）仮想カメラ位置算出例

これらについての説明を示している。以下、これらの記載に基づいて仮想視点画像を撮影する仮想カメラの軌跡と向き、および仮想カメラの設定位置算出処理について説明する。

[0251] （a）仮想カメラの軌跡と向き

図26左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離をcとする。また、

視聴ユーザAの座標を（ y_0 , z_0 ）、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を（ y_1 , z_1 ）、

とする。

[0252] この時、仮想カメラの軌跡、すなわち、カメラ座標 (y_1, z_1) の軌跡は、

$$z = R$$

となる。

なお、 R は、被写体 O からの z 方向距離であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0253] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点 C に向く設定とする。

なお、被写体 O と仮想カメラ撮影方向設定点 C の距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体 O より前方（視聴ユーザ A に近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点 C が設定される場合は、距離 c が $+$ の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体 O より後方（視聴ユーザ A から離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点 C が設定される場合は、距離 c が $-$ の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点 C は、上述の R と同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0254] （b）仮想カメラ設定位置算出例

次に、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置の算出処理について説明する。

視聴ユーザ A の位置を (y_0, z_0) とする。

この視聴ユーザ位置は、予め取得され、取得された視聴ユーザ位置情報 (y_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (y_1, z_1) を以下の手順で算出する。

[0255] なお、仮想カメラは、被写体 O からの z 方向距離 R の直線 pq の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザ A の中心座標を (y_0, z_0) とすると、直線 OA と、被写体 O

からの z 方向距離 R の直線 $p q$ の交点座標 (y_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

[0256] ここで、仮想カメラ位置 (y_1, z_1) と、視聴ユーザ位置 (y_0, z_0) の各パラメータ間には、以下の関係式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / y_0) y_1$$

$$z_1 = R$$

[0257] 上記の連立方程式を解くと、

$$y_1 = R y_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

となり、

仮想カメラ位置 (y_1, z_1) が求まる。

[0258] 例えば、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161は、上述した手順に従って、リモート側から受信する受信リモートユーザ視聴位置情報181を (y_0, z_0) に基づいて、仮想カメラ位置 (y_1, z_1) を算出する。

この仮想カメラ位置 (y_1, z_1) が、図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

[0259] また、図14に示す例では、図14に示すローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報233が、この仮想カメラ位置 (y_1, z_1) となる。

[0260] [15. (実施例5) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とする実施例について]

次に、実施例5として、仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とする実施例について説明する。

[0261] 双方向コミュニケーションを行う場合、表示部に表示された表示ユーザと、表示部を見る視聴ユーザが会話をする。このような会話を行う場合、双方のユーザの視線が一致することがスムーズなコミュニケーションを行う上で

重要となる。

以下に説明する実施例5は、この視線一致を実現する位置に仮想カメラの位置を設定する実施例である。

[0262] 図27を参照して、本実施例5における仮想カメラの軌跡と向き、視聴者角度に応じた仮想カメラの設定位置について説明する。

図27左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_2, z_2) 、

とする。

[0263] この時、仮想カメラ座標 (x_2, z_2) は、

$$x_2 = R \sin \theta,$$

$$z_2 = R \cos \theta$$

となる。

ただし、 R は、被写体Oを中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

θ は、仮想カメラと z 軸のなす角度である。

カメラの軌跡は、 $x^2 + z^2 = R^2$

となる。

[0264] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$

とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述の半径Rと同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0265] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させる。

なお、 θ 、 ϕ は、図に示すように、それぞれ、以下の角度である。

θ : z軸と、被写体Oと仮想カメラを接続する直線のなす角度、

ϕ : z軸と、被写体Oと視聴ユーザAを接続する直線のなす角度、

なお、被写体Oと視聴ユーザAを接続する直線とは、同一空間に被写体Oと視聴ユーザAが存在すると想定した場合の直線であり、表示部に表示される被写体Oの位置と視聴ユーザAとを結ぶ直線に相当する。

[0266] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させ、具体的には、仮想カメラ位置を被写体Oと視聴ユーザA間の視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいるとすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた位置に設定する。

θ は、 ϕ をパラメータとした以下の算出関数fによって算出される。

$$\theta = f(\phi)$$

情報処理装置は、上記の関数f、あるいは、 θ と ϕ の関係データを、予めデータベースとして記憶部に保持する。

[0267] 図27(b)には、データベースに格納されるデータである上記の関数：

$$\theta = f(\phi)$$

の例を示している。

情報処理装置は、このデータベース格納データを利用して、入力された視聴ユーザ位置に基づいて、仮想カメラの設定位置を決定する。

[0268] 図28を参照して、上述したデータベースの生成処理例について説明する。

データベースの生成は、以下の2つのステップ（S01）～（S02）を繰り返して行われる。

（ステップS01）被写体Oを正面から角度 θ の位置から撮影する

（ステップS02）視聴者Aがディスプレイの正面から角度 ϕ の位置にいる場合、ディスプレイに（S01）での撮影被写体Oを表示して、視線が一致する角度 ϕ を求める。

[0269] 上記の（S01）、（S02）を繰り返して、角度 ϕ の位置から見て視線が一致する被写体の撮影角度 θ とし、

$\theta = f(\phi)$ の関数を求め、関数 f 、または θ と ϕ との対応関係データをデータベースとして記憶部に保存する。

[0270] 次に、図29を参照して、本実施例5の設定における仮想カメラ位置算出処理例について説明する。

図29左に示す図は、図27を参照して説明したと同様の図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O：撮影オブジェクト（＝仮想視点画像に含まれる表示ユーザ）

A：視聴ユーザ（＝仮想視点画像を見るユーザ）

仮想視点画像撮影カメラ（＝仮想カメラ）

C：仮想カメラ撮影方向設定点

[0271] 図29の右側には、本実施例5の設定における仮想カメラ位置算出処理例を示している。

視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_2, z_2) を以下の手順で算出する。

[0272] なお、視聴ユーザAは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離（R）を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 $(x_1,$

、 z_1) が仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

[0273] 視聴ユーザ A の中心座標 (x_0, z_0) と、直線 OA と、被写体 O と仮想カメラ間の距離 (R) を半径とした半径 R の円の軌跡の交点座標 (x_1, z_1) との間には以下の式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) x_1$$

$$x_1^2 + z_1^2 = R^2$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R x_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

$$z_1 = R z_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

となる。

この (x_1, z_1) から、角度 Φ を算出し、 $\theta = f(\Phi)$ に従って、 θ を算出し、 θ から、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。

[0274] この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) が、例えば図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報 183 となる。

また、図 14 に示す例では、図 14 に示すローカル情報処理部 102 のローカル側仮想視点位置算出部 202 の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報 233 が、この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) となる。

[0275] [16 (実施例 6) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とし、仮想カメラの動きを直線状に設定した実施例について]

次に、実施例 6 として、仮想カメラの位置を被写体と視聴者の視線が一致する位置とし、仮想カメラの動きを直線状に設定した実施例について説明する。

[0276] 本実施例 6 は、実施例 5 と同様、この視線一致を実現する位置に仮想カメラの位置を設定する実施例である。ただし、仮想カメラの移動軌跡を直線としている。

[0277] 図 30 を参照して、本実施例 6 における仮想カメラの軌跡と向き、視聴者角度に応じた仮想カメラの設定位置について説明する。

図30左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_2, z_2) 、

とする。

視聴ユーザA、および仮想カメラが、被写体Oから z 軸方向（表示面垂直方向）に距離 R の位置を表示面に平行移動すると想定している。

[0278] この時、仮想カメラ座標 (x_2, z_2) は、

$$x_2 = R \tan \theta,$$

$$z_2 = R$$

となる。

ただし、 R は、仮想カメラの移動する直線 pq を規定するパラメータであり被写体Oからの距離に相当する。この R は、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

θ は、仮想カメラと z 軸のなす角度である。

カメラの軌跡は、 $z = R$

となる。

[0279] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述の R と同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で

共有される。

[0280] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させる。

なお、 θ 、 ϕ は、図に示すように、それぞれ、以下の角度である。

θ : z軸と、被写体Oと仮想カメラを接続する直線のなす角度、

ϕ : z軸と、被写体Oと視聴ユーザAを接続する直線のなす角度、

[0281] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させ、具体的には、仮想カメラ位置を被写体Oと視聴ユーザA間の視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいるとすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた位置に設定する。

θ は、 ϕ をパラメータとした以下の算出関数 f によって算出される。

$$\theta = f(\phi)$$

情報処理装置は、上記の関数 f 、あるいは、 θ と ϕ の関係データを、予めデータベースとして記憶部に保持する。

[0282] 図30(b)には、データベースに格納されるデータである上記の関数：

$$\theta = f(\phi)$$

の例を示している。

情報処理装置は、このデータベース格納データを利用して、入力された視聴ユーザ位置に基づいて、仮想カメラの設定位置を決定する。

[0283] 次に、図31を参照して、本実施例6の設定における仮想カメラ位置算出処理例について説明する。

図31左に示す図は、図30を参照して説明したと同様の図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O : 撮影オブジェクト (=仮想視点画像に含まれる表示ユーザ)

A : 視聴ユーザ (=仮想視点画像を見るユーザ)

仮想視点画像撮影カメラ (=仮想カメラ)

C : 仮想カメラ撮影方向設定点

[0284] 図31の右側には、本実施例6の設定における仮想カメラ位置算出処理例を示している。

視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_2, z_2) を以下の手順で算出する。

[0285] なお、視聴ユーザAは、被写体Oから距離Rの直線の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体Oから距離Rの直線の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oから距離Rの位置の直線pqの交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

[0286] 視聴ユーザAの中心座標 (x_0, z_0) と、直線OAと、被写体Oから距離Rの位置の直線pqの交点座標 (x_1, z_1) との間には以下の式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$z_1 = R$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R \times x_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

となる。

この (x_1, z_1) から、角度 Φ を算出し、 $\theta = f(\Phi)$ に従って、 θ を算出し、 θ から、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。

[0287] この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) が、例えば図9に示すリモート情報処理部107のリモート側仮想視点位置算出部161の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報183となる。

また、図14に示す例では、図14に示すローカル情報処理部102のローカル側仮想視点位置算出部202の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報233が、この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) となる。

[0288] [17. (実施例6の変形例1) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、仮想カメラの軌跡を、仮想カメラと被写体間距離を一定に保つ設定とした実施例について]

次に、実施例6の変形例1として、仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、仮想カメラの軌跡を、仮想カメラと被写体間距離を一定に保つ設定とした実施例について説明する。

[0289] 図32を参照して、本実施例6の変形例1における仮想カメラの軌跡と向き、視聴者角度に応じた仮想カメラの設定位置について説明する。

図32左側の図に示すように、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離をcとする。また、

視聴ユーザAの座標を (x_0, z_0) 、

仮想カメラの位置を示すカメラ座標を (x_2, z_2) 、

とする。

視聴ユーザA、および仮想カメラが、被写体Oからz軸方向（表示面垂直方向）に距離Rの位置を表示面に平行移動すると想定している。

[0290] さらにこの変形例1では、被写体Oと視聴ユーザAとの距離、および被写体Oと仮想カメラとの距離を一定に維持する設定としている。

この距離をDとする。

[0291] この時、仮想カメラ座標 (x_2, z_2) は、

$$x_2 = D \sin \theta,$$

$$z_2 = D \cos \theta$$

となる。

ただし、Dは、被写体Oと視聴ユーザAとの距離に相当し、

$$D = \text{SQRT}(x_1^2 + z_1^2)$$

[0292] 上記のように、Dは、被写体Oと視聴ユーザAとの距離である。また、

θ は、仮想カメラとz軸のなす角度である。

[0293] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

なお、この仮想カメラ撮影方向設定点Cは、上述のDと同様、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0294] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させる。

なお、 θ 、 ϕ は、図に示すように、それぞれ、以下の角度である。

θ : z 軸と、被写体Oと仮想カメラを接続する直線のなす角度、

ϕ : z 軸と、被写体Oと視聴ユーザAを接続する直線のなす角度、

[0295] 本実施例では、被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させ、具体的には、仮想カメラ位置を被写体Oと視聴ユーザA間の視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいるとすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた位置に設定する。

θ は、 ϕ をパラメータとした以下の算出関数 f によって算出される。

$$\theta = f(\phi)$$

情報処理装置は、上記の関数 f 、あるいは、 θ と ϕ の関係データを、予めデータベースとして記憶部に保持する。

[0296] 図32(b)には、データベースに格納されるデータである上記の関数：

$$\theta = f(\phi)$$

の例を示している。

情報処理装置は、このデータベース格納データを利用して、入力された視

聴ユーザ位置に基づいて、仮想カメラの設定位置を決定する。

[0297] 次に、図 3 3 を参照して、本実施例 6 の変形例 1 における仮想カメラ位置算出処理例について説明する。

図 3 3 左に示す図は、図 3 2 を参照して説明したと同様の図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O : 撮影オブジェクト (= 仮想視点画像に含まれる表示ユーザ)

A : 視聴ユーザ (= 仮想視点画像を見るユーザ)

仮想視点画像撮影カメラ (= 仮想カメラ)

C : 仮想カメラ撮影方向設定点

[0298] 図 3 3 の右側には、本実施例 6 の変形例 1 の設定における仮想カメラ位置算出処理例を示している。

視聴ユーザ A の位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_2, z_2) を以下の手順で算出する。

[0299] なお、視聴ユーザ A は、被写体 O から距離 R の直線の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体 O から距離 R の直線の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザ A の中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線 OA と、被写体 O から距離 R の位置の直線 pq の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

[0300] 視聴ユーザ A の中心座標 (x_0, z_0) と、直線 OA と、被写体 O から距離 R の位置の直線 pq の交点座標 (x_1, z_1) との間には以下の式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$z_1 = R$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R \times x_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

となる。

この (x_1, z_1) から、角度 Φ を算出し、さらに、

$$\theta = f(\Phi)$$

に従って、 θ を算出し、さらに、先に、図 32 を参照して説明した関係式、すなわち、

$$x_2 = D \sin \theta$$

$$z_2 = D \cos \theta$$

上記式に従って、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。

[0301] この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) が、例えば図 9 に示すリモート情報処理部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報 183 となる。

また、図 14 に示す例では、図 14 に示すローカル情報処理部 102 のローカル側仮想視点位置算出部 202 の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報 233 が、この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) となる。

[0302] [18. (実施例 7) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間を結ぶ直線上の位置 (視聴者の後方等) にした実施例について]

次に、実施例 7 として、仮想カメラの位置を被写体と視聴者間を結ぶ直線上の位置 (視聴者の後方等) にした実施例について説明する。

[0303] 図 34 を参照して本実施例 7 について説明する。

図 34 左に示す図は、本実施例 7 の構成を説明する図であり、以下の各構成要素からなる図である。

O : 撮影オブジェクト (= 仮想視点画像に含まれる表示ユーザ)

A : 視聴ユーザ (= 仮想視点画像を見るユーザ)

仮想視点画像撮影カメラ (= 仮想カメラ)

C : 仮想カメラ撮影方向設定点

[0304] なお、角度 Φ は、 z 軸と、被写体 O と視聴ユーザ A を接続する直線のなす角度である。

本実施例 7 では、視聴ユーザ A は、被写体 O を中心とする半径 R の円弧上

を移動すると仮定し、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径 $(R + r)$ の円弧上を移動する設定としている。

[0305] 図33の右には、(a)仮想カメラの軌跡と向きについての説明を示している。

以下、この実施例7における仮想カメラの軌跡と向きについて説明する。

被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離を c とすると、

視聴ユーザAの座標 (x_0, z_0) のとき、カメラ座標 (x_2, z_2) は、以下のように示される。

$$x_2 = (R + r) \sin \Phi,$$

$$z_2 = (R + r) \cos \Phi$$

[0306] また、仮想カメラの軌跡は、

$$x^2 + z^2 = (R + r)^2$$

を満足する座標 (x_2, z_2) となる。

なお、 $R + r$ は、被写体Oを中心とする半径の値であり、双方向コミュニケーションを実行する装置において、事前に決定され、双方の装置間で共有される。

[0307] さらに、仮想カメラの向き（カメラ光軸の向き）は、仮想カメラ撮影方向設定点Cに向く設定とする。

なお、被写体Oと仮想カメラ撮影方向設定点Cの距離 c の正負の設定は以下の設定とする。

被写体Oより前方（視聴ユーザAに近づく方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が+の値、すなわち、 $c > 0$ とする。

一方、被写体Oより後方（視聴ユーザAから離れる方向）に、仮想カメラ撮影方向設定点Cが設定される場合は、距離 c が-の値、すなわち、 $c < 0$ とする。

[0308] 次に、図35を参照して、本実施例7の設定における仮想カメラ位置算出処理例について説明する。

図35左に示す図は、図34を参照して説明したと同様の図であり、以下

の各構成要素からなる図である。

O：撮影オブジェクト（＝仮想視点画像に含まれる表示ユーザ）

A：視聴ユーザ（＝仮想視点画像を見るユーザ）

仮想視点画像撮影カメラ（＝仮想カメラ）

C：仮想カメラ撮影方向設定点

[0309] 図35の右側には、本実施例7の設定における仮想カメラ位置算出処理例を示している。

視聴ユーザAの位置を (x_0, z_0) とする。

このユーザ視聴位置情報 (x_0, z_0) に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの設定位置 (x_2, z_2) を以下の手順で算出する。

[0310] なお、視聴ユーザAは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径 $(R + r)$ の円の軌跡を辿るものと近似して処理を実行する。

視聴ユーザAの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

[0311] 視聴ユーザAの中心座標 (x_0, z_0) と、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (x_1, z_1) との間には以下の式が成立する。

$$z_1 = (z_0 / x_0) \times x_1$$

$$x_1^2 + z_1^2 = R^2$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R \times x_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

$$z_1 = R \times z_0 / \text{SQRT}(x_0^2 + z_0^2)$$

となる。

この (x_1, z_1) から、角度 ϕ を算出し、Rとrとの対応関係に従って仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。

[0312] この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) が、例えば図9に示すリモート情報処理

部 107 のリモート側仮想視点位置算出部 161 の出力情報であるリモート側仮想視点位置情報 183 となる。

また、図 14 に示す例では、図 14 に示すローカル情報処理部 102 のローカル側仮想視点位置算出部 202 の出力情報であるローカル側仮想視点位置情報 233 が、この仮想カメラ位置 (x_2, z_2) となる。

[0313] この実施例 7 は、仮想カメラと被写体 O との距離を一定に維持することを特徴としている。この処理の効果について、図 36 を参照して説明する。

図 36 は、被写体 O から、仮想カメラ撮影方向設定点 C までの距離 c について、

$c > 0$ の場合（被写体 O の前方に仮想カメラ撮影方向設定点 C を設定）と

、

$c < 0$ の場合（被写体 O の後方に仮想カメラ撮影方向設定点 C を設定）との

2 つの例について説明する図である。

[0314] 図 36 (1) には、 $c > 0$ の場合（被写体 O の前方に仮想カメラ撮影方向設定点 C を設定）の表示例を示している。

この場合、被写体 O の顔が表示部表示面（ディスプレイ）の奥側に定位するように表示されるので、視聴ユーザ A と被写体 O との距離が離れることを意味する。

この距離が離れる効果をさらに強調するために、仮想カメラを撮影対象から離す ($r > 0$)。すると、撮影対象の顔が小さく表示される。

[0315] 図 36 (2) には、 $c < 0$ の場合（被写体 O の後方に仮想カメラ撮影方向設定点 C を設定）の表示例を示している。

この場合、被写体 O の顔が表示部表示面（ディスプレイ）の手前側に定位するように表示されるので、視聴ユーザ A と被写体 O との距離が近づくことを意味する。

この距離が近づく効果をさらに強調するために、仮想カメラを撮影対象に近づける ($r < 0$)。すると、撮影対象の顔が大きく表示される。

[0316] このように、仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置設定に応じて被写体の大きさが変更される。実施例7では、仮想カメラの位置を、視聴ユーザからの離間距離としてのパラメータrを制御してこの効果をさらに強調する設定としている。

[0317] [19. 情報処理装置のハードウェア構成例について]

次に、図37を参照して情報処理装置のハードウェア構成例について説明する。

図37は、本開示の処理を実行する情報処理装置のハードウェア構成例を示す図である。

[0318] CPU (Central Processing Unit) 501は、ROM (Read Only Memory) 502、または記憶部508に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する制御部やデータ処理部として機能する。例えば、上述した実施例において説明したシーケンスに従った処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 503には、CPU 501が実行するプログラムやデータなどが記憶される。これらのCPU 501、ROM 502、およびRAM 503は、バス504により相互に接続されている。

[0319] CPU 501はバス504を介して入出力インタフェース505に接続され、入出力インタフェース505には、入力部506、出力部507等が接続される。

入力部506は、例えばセンサ521からのセンサ情報（撮影画像やデプス情報）の入力を行うとともに、ユーザ入力可能な各種スイッチ、キーボード、マウス、マイクロホン等からの各種データ、コマンド、設定情報等の入力を行う。

出力部507は、例えば、表示部522やスピーカなどに対するデータ出力を実行する。

CPU 501は、入力部506から入力されるデータや、指令に対応して各種の処理を実行し、処理結果を例えば出力部507に出力する。

[0320] 入出力インタフェース505に接続されている記憶部508は、例えばハードディスク等からなり、CPU501が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部509は、Wi-Fi通信、ブルートゥース（登録商標）通信、その他インターネットやローカルエリアネットワークなどのネットワークを介したデータ通信の送受信部として機能し、外部の装置と通信する。

[0321] 入出力インタフェース505に接続されているドライブ510は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、あるいはメモリカード等の半導体メモリなどのリムーバブルメディア511を駆動し、データの記録あるいは読み取りを実行する。

[0322] [20. 本開示の構成のまとめ]

以上、特定の実施例を参照しながら、本開示の実施例について詳解してきた。しかしながら、本開示の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本開示の要旨を判断するためには、特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

[0323] なお、本明細書において開示した技術は、以下のような構成をとることができる。

(1) 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。

[0324] (2) 前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザの前方位置に設定した前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を向けて撮影したと想定される仮想視点画像を生成する(1)に記載の情報処理装置。

[0325] (3) 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する(1)または(2)に記載の情報処理装置。

[0326] (4) 前記仮想視点位置算出部は、

前記仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する(1)または(2)に記載の情報処理装置。

[0327] (5) 前記仮想視点画像生成部は、

前記視聴ユーザの位置に応じて、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を変更して、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する(1)～(4)いずれかに記載の情報処理装置。

[0328] (6) 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置

を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（１）または（２）に記載の情報処理装置。

[0329] （７） 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザを中心として垂直面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザを中心として垂直面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（１）または（２）に記載の情報処理装置。

[0330] （８） 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、垂直面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、垂直面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（１）または（２）に記載の情報処理装置。

[0331] （９） 前記仮想視点位置算出部は、

前記仮想視点画像内の表示ユーザと、前記視聴ユーザとの視線の一致する視線一致位置を仮想視点位置として算出し、

前記仮想視点画像生成部は、

前記視線一致位置を仮想カメラ位置として、前記仮想カメラ撮影方向設定

点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（１）または（２）に記載の情報処理装置。

[0332] （１０） 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（９）に記載の情報処理装置。

[0333] （１１） 前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する（９）に記載の情報処理装置。

[0334] （１２） 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、

前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部と、

前記仮想視点画像生成部の生成した仮想視点画像を、前記視聴ユーザ側の装置に送信する送信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像

を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。

[0335] (13) 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を検出する視聴位置検出部と、

前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。

[0336] (14) 前記情報処理装置は、

前記仮想視点画像の生成に適用する画像を受信する受信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

前記受信部の受信した画像に基づいて仮想視点画像を生成する(13)に記載の情報処理装置。

[0337] (15) 双方向通信を実行する第1情報処理装置と第2情報処理装置を有する情報処理システムであり、

前記第1情報処理装置、および第2情報処理装置は、

通信相手装置から、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、

前記視聴位置情報に基づいて、通信相手装置の表示部に表示する仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想

視点画像生成部と、

前記仮想視点画像を通信相手装置に送信する送信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理システム。

[0338] (16) 情報処理装置において実行する情報処理方法であり、

仮想視点位置算出部が、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出し、

仮想視点画像生成部が、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成するとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理方法。

[0339] (17) 情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、

仮想視点位置算出部に、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出させ、

仮想視点画像生成部に、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行させ、

前記仮想視点画像生成処理において、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成させるとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメ

ラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成させるプログラム。

[0340] また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。例えば、プログラムは記録媒体に予め記録しておくことができる。記録媒体からコンピュータにインストールする他、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介してプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

[0341] なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

産業上の利用可能性

[0342] 以上、説明したように、本開示の一実施例の構成によれば、双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置間で送受信する仮想視点画像を、より自然な立体画像とする構成が実現される。

具体的には、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有する。仮想視点画像生成部は、被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて仮想視点画像を生成する構成であり、被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点C

に撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する。例えば、被写体ユーザの前方位位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を向けて撮影したと想定される仮想視点画像を生成する。

本構成により、双方向コミュニケーションを実行する情報処理装置間で送受信する仮想視点画像を、より自然な立体画像とする構成が実現される。

符号の説明

- [0343] 1 0, 2 0 情報処理装置
- 1 1, 2 1 表示部（ディスプレイ）
- 1 2, 2 2 カメラ
- 1 3, 2 3 スピーカ
- 3 0 ネットワーク
- 1 0 0 情報処理装置
- 1 0 1 センサ部
- 1 0 2 ローカル情報処理部
- 1 0 3 符号化部
- 1 0 4 送信部
- 1 0 5 受信部
- 1 0 6 復号部
- 1 0 7 リモート情報処理部
- 1 0 8 表示部
- 1 2 0 ネットワーク
- 1 3 0 第2ロケーション情報処理部
- 1 5 1 ローカルユーザ視聴位置検出部
- 1 5 2 送信用仮想視点画像生成部
- 1 6 1 リモート側仮想視点位置算出部
- 2 0 1 ローカルユーザ視聴位置検出部
- 2 0 2 ローカル側仮想視点位置算出部
- 2 1 1 表示用仮想視点画像生成部

- 5 0 1 C P U
- 5 0 2 R O M
- 5 0 3 R A M
- 5 0 4 バス
- 5 0 5 入出力インタフェース
- 5 0 6 入力部
- 5 0 7 出力部
- 5 0 8 記憶部
- 5 0 9 通信部
- 5 1 0 ドライブ
- 5 1 1 リムーバブルメディア
- 5 2 1 センサ
- 5 2 2 表示部

請求の範囲

- [請求項1] 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、
- 前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、
- 前記仮想視点画像生成部は、
- 被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、
- 前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。
- [請求項2] 前記仮想視点画像生成部は、
- 前記被写体ユーザの前方位置に設定した前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を向けて撮影したと想定される仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記仮想視点位置算出部は、
- 前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、
- 前記仮想視点画像生成部は、
- 前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記仮想視点位置算出部は、
- 前記仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、
- 前記仮想視点画像生成部は、

前記仮想カメラ撮影方向設定点Cを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項5]

前記仮想視点画像生成部は、

前記視聴ユーザの位置に応じて、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cの位置を変更して、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項6]

前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザを中心として垂直面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザを中心として垂直面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項8]

前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、垂直面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位

置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、垂直面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項9]

前記仮想視点位置算出部は、

前記仮想視点画像内の表示ユーザと、前記視聴ユーザとの視線の一致する視線一致位置を仮想視点位置として算出し、

前記仮想視点画像生成部は、

前記視線一致位置を仮想カメラ位置として、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項10]

前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザを中心として水平面に設定した円の円周に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項9に記載の情報処理装置。

[請求項11]

前記仮想視点位置算出部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線を仮想カメラ軌跡とし、該仮想カメラ軌跡上の視聴ユーザ位置の近接位置を仮想視点位置とし、

前記仮想視点画像生成部は、

前記被写体ユーザから所定距離、離間した点を通り、水平面に設定した直線に沿った仮想カメラ軌跡上から、前記仮想カメラ撮影方向設

定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する請求項9に記載の情報処理装置。

[請求項12] 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、
前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、
前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部と、
前記仮想視点画像生成部の生成した仮想視点画像を、前記視聴ユーザ側の装置に送信する送信部を有し、
前記仮想視点画像生成部は、
被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、
前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。

[請求項13] 仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を検出する視聴位置検出部と、
前記視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、
前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部を有し、
前記仮想視点画像生成部は、
被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、
前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理装置。

[請求項14] 前記情報処理装置は、
前記仮想視点画像の生成に適用する画像を受信する受信部を有し、
前記仮想視点画像生成部は、

前記受信部の受信した画像に基づいて仮想視点画像を生成する請求項 13 に記載の情報処理装置。

[請求項15] 双方向通信を実行する第1情報処理装置と第2情報処理装置を有する情報処理システムであり、

前記第1情報処理装置、および第2情報処理装置は、

通信相手装置から、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報を受信する受信部と、

前記視聴位置情報に基づいて、通信相手装置の表示部に表示する仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出する仮想視点位置算出部と、

前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成部と、

前記仮想視点画像を通信相手装置に送信する送信部を有し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成する構成であり、

前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理システム。

[請求項16] 情報処理装置において実行する情報処理方法であり、

仮想視点位置算出部が、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出し、

仮想視点画像生成部が、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行し、

前記仮想視点画像生成部は、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成するとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定し

た仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成する情報処理方法。

[請求項17]

情報処理装置において情報処理を実行させるプログラムであり、

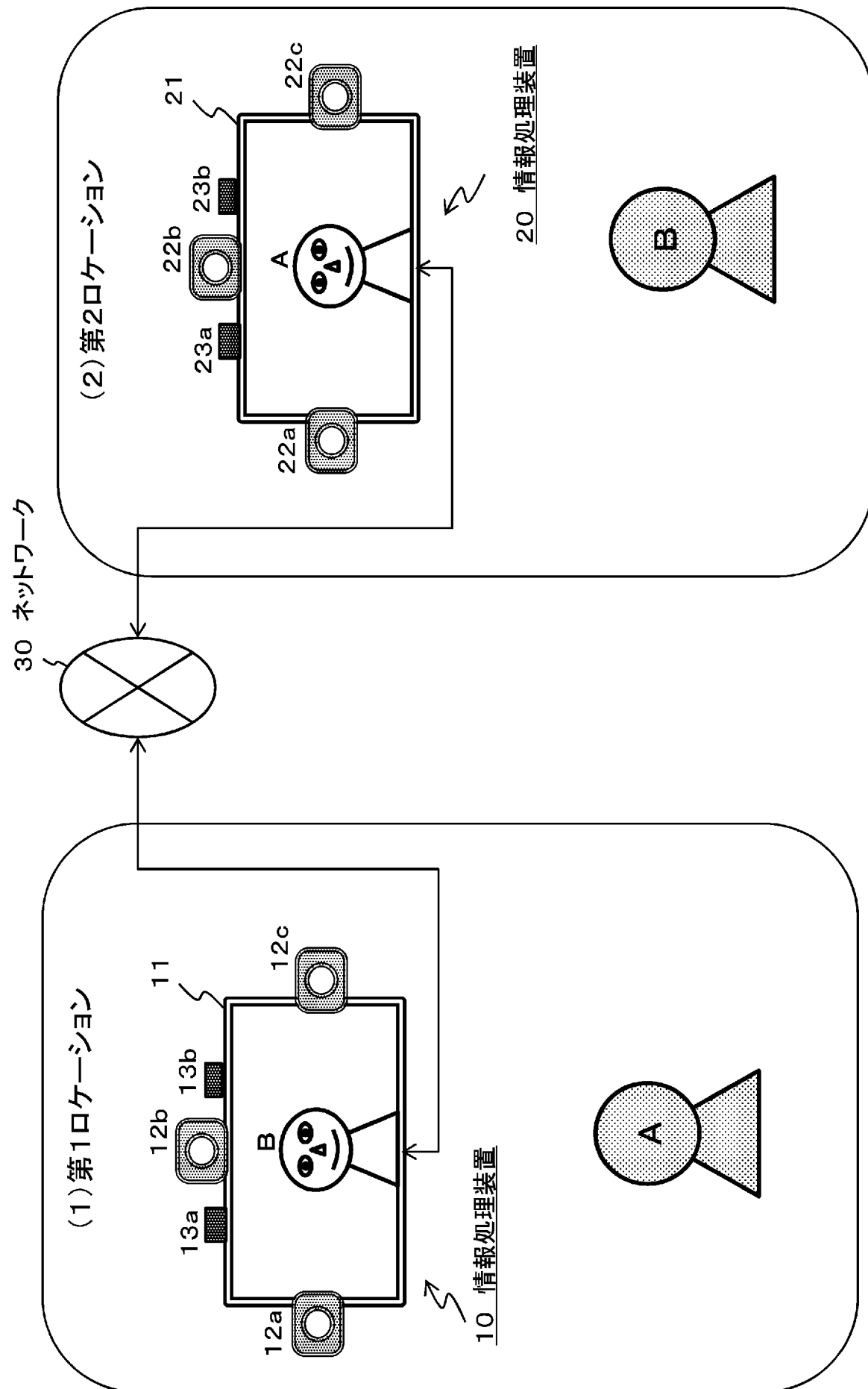
仮想視点位置算出部に、仮想視点画像の視聴ユーザの視聴位置情報に基づいて、仮想視点画像を撮影する仮想カメラの位置に相当する仮想視点位置を算出させ、

仮想視点画像生成部に、前記仮想視点位置からの撮影画像に相当する仮想視点画像を生成する仮想視点画像生成処理を実行させ、

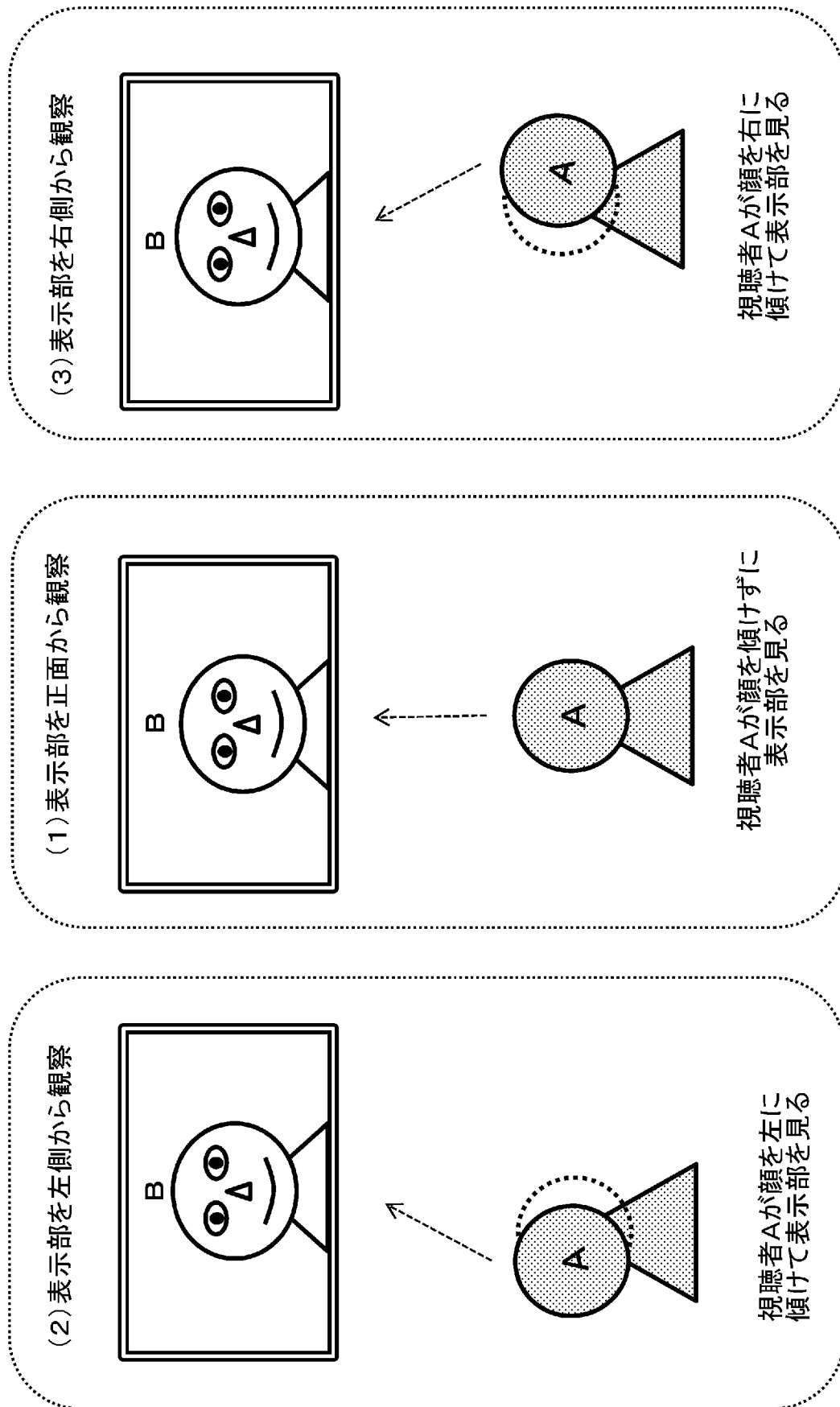
前記仮想視点画像生成処理において、

被写体ユーザを撮影した実カメラの撮影画像に基づいて前記仮想視点画像を生成させるとともに、前記被写体ユーザと異なる位置に設定した仮想カメラ撮影方向設定点Cに撮影方向を設定した仮想視点画像を生成させるプログラム。

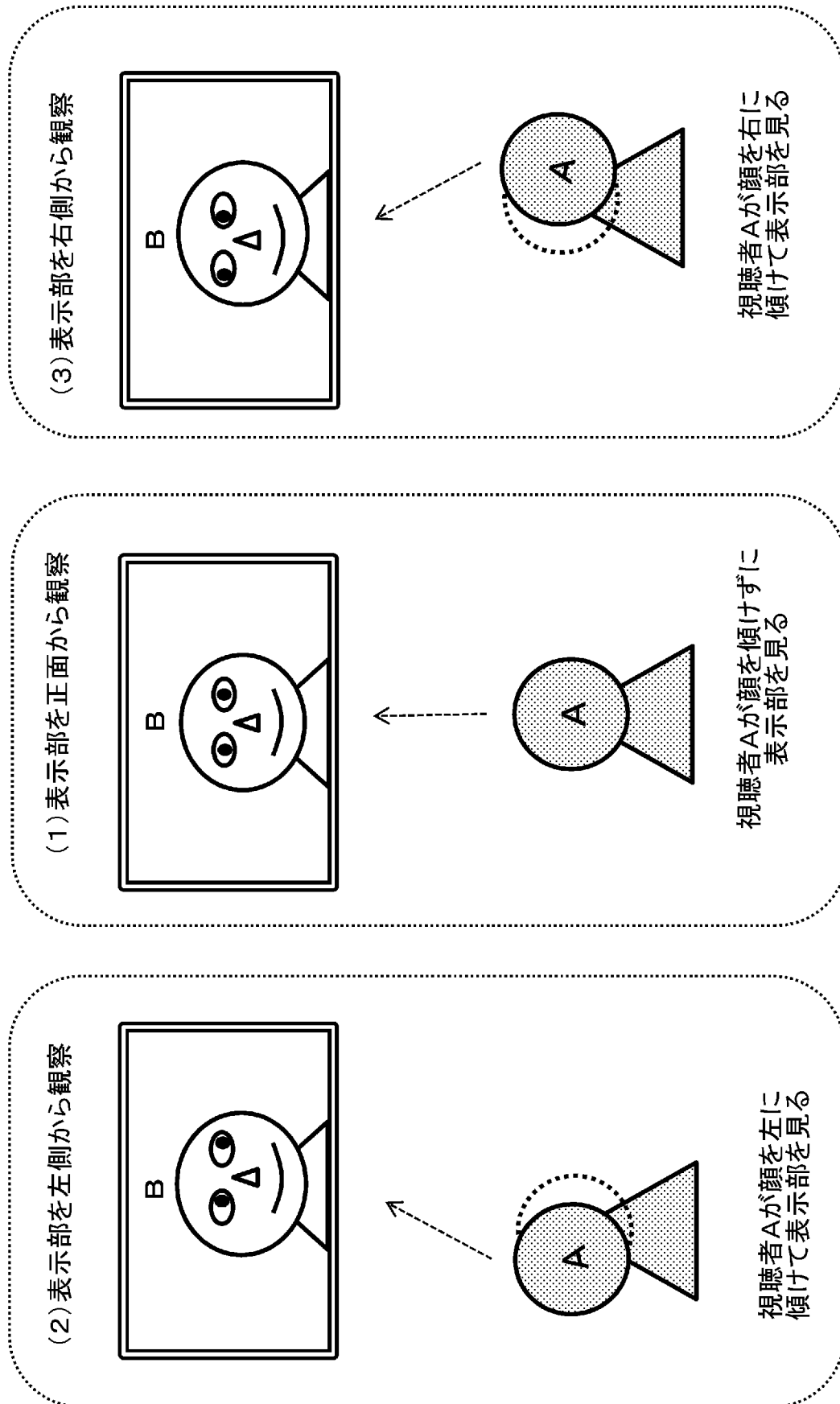
[図1]



[図2]

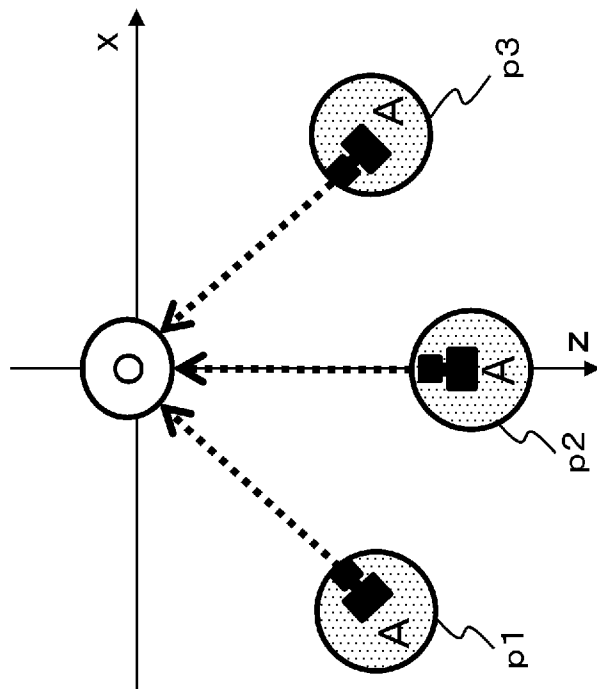


[図3]



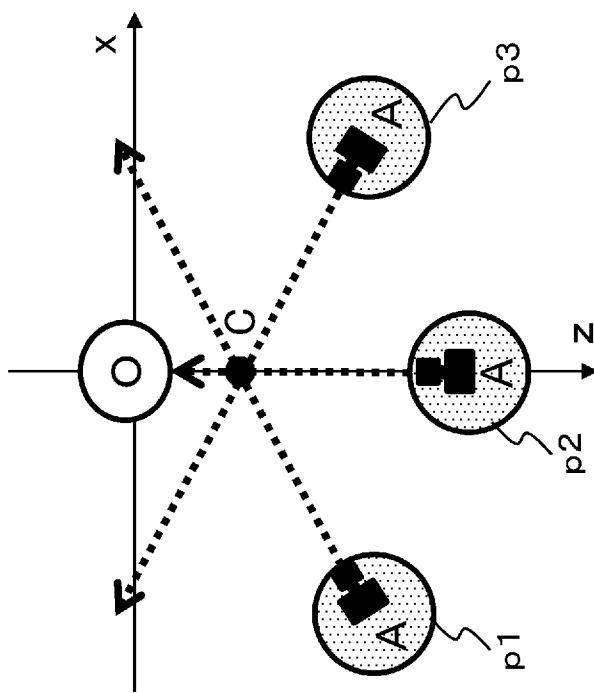
[図4]

(1)従来の仮想視点画像撮影カメラの設定例



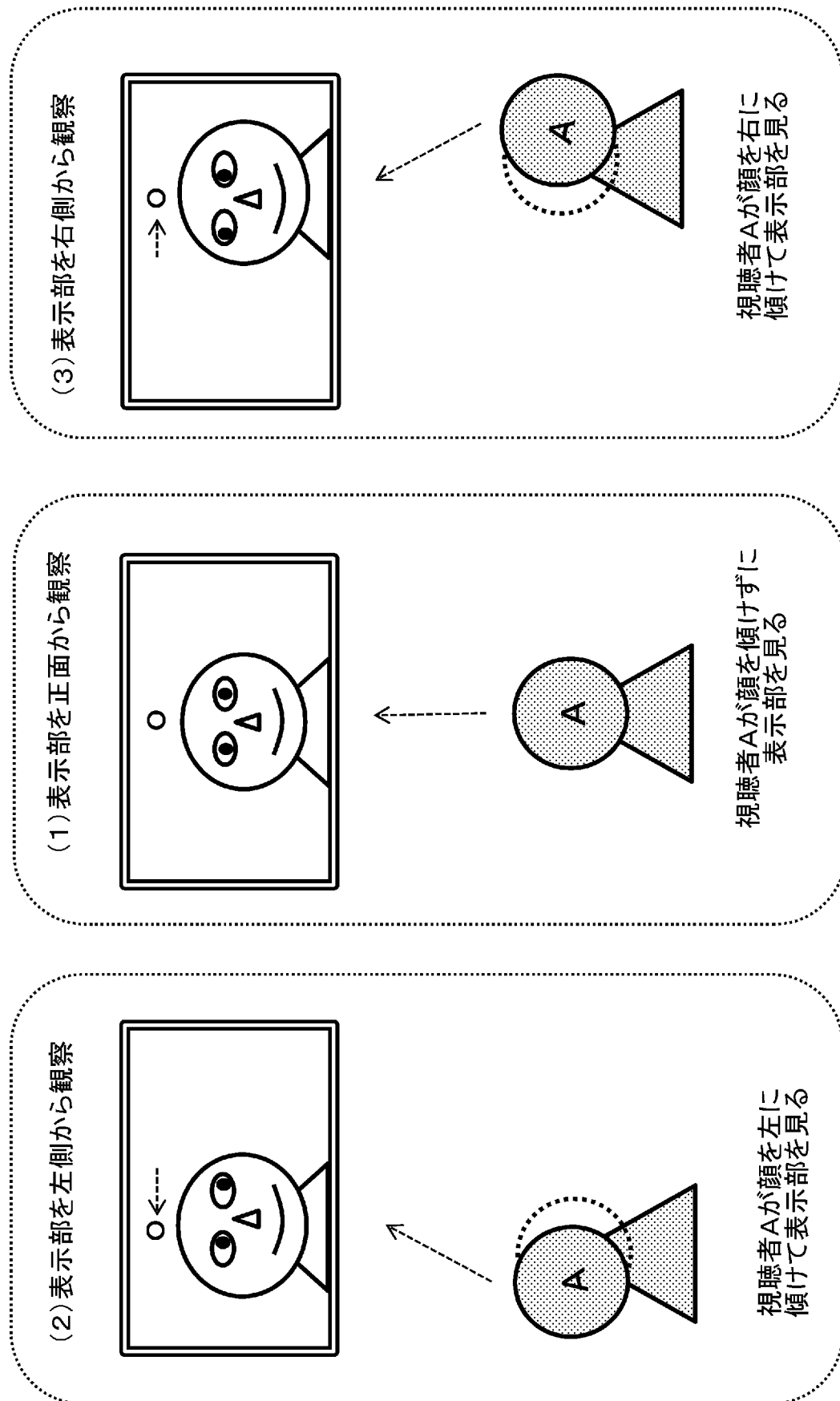
- 撮影オブジェクト(=表示オブジェクト)
- A 視聴者
- 仮想視点画像撮影カメラ

(2)本開示の仮想視点画像撮影カメラの設定例

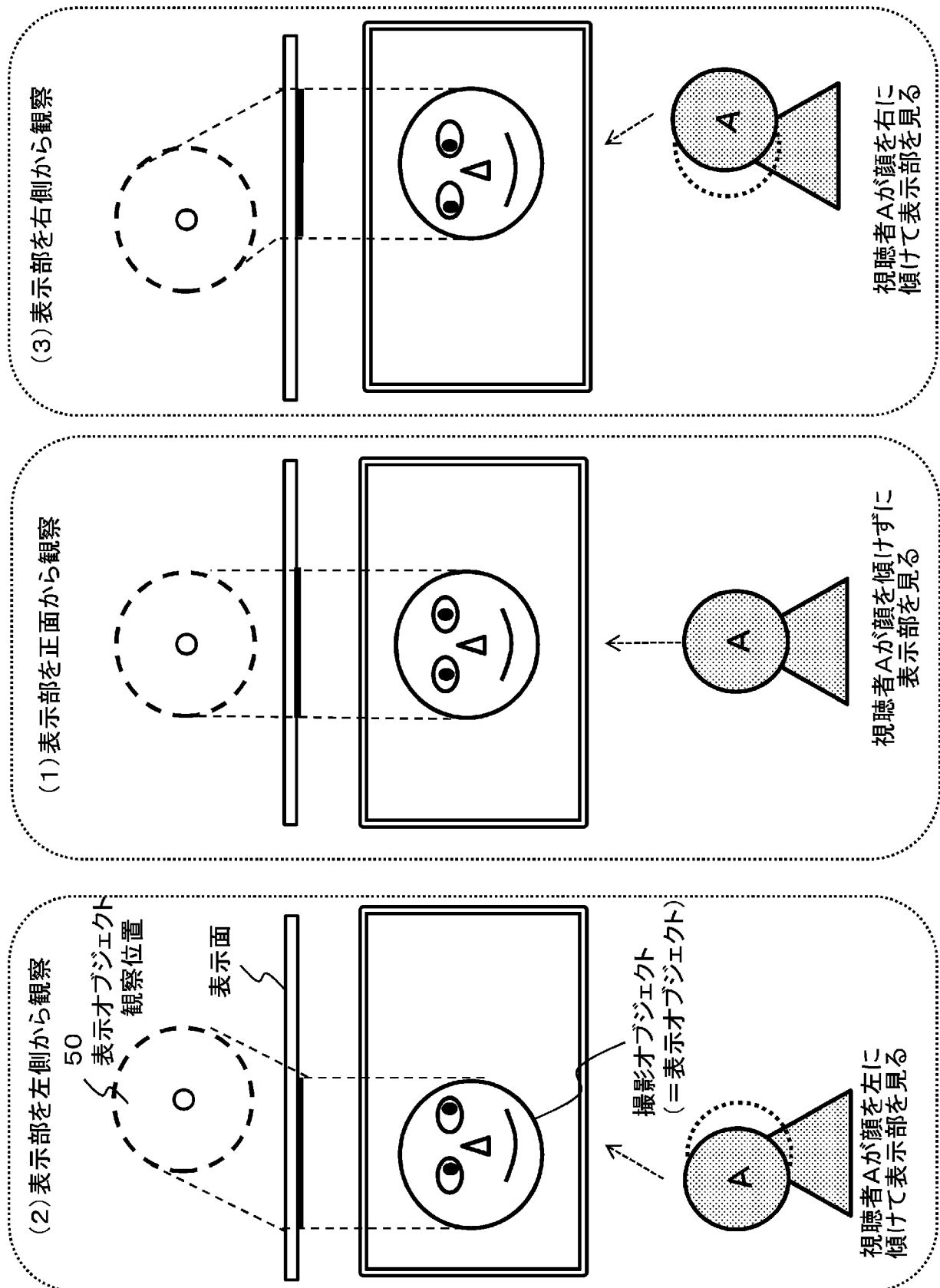


- 撮影オブジェクト(=表示オブジェクト)
- A 視聴者
- 仮想視点画像撮影カメラ
- C 仮想カメラ撮影方向設定点

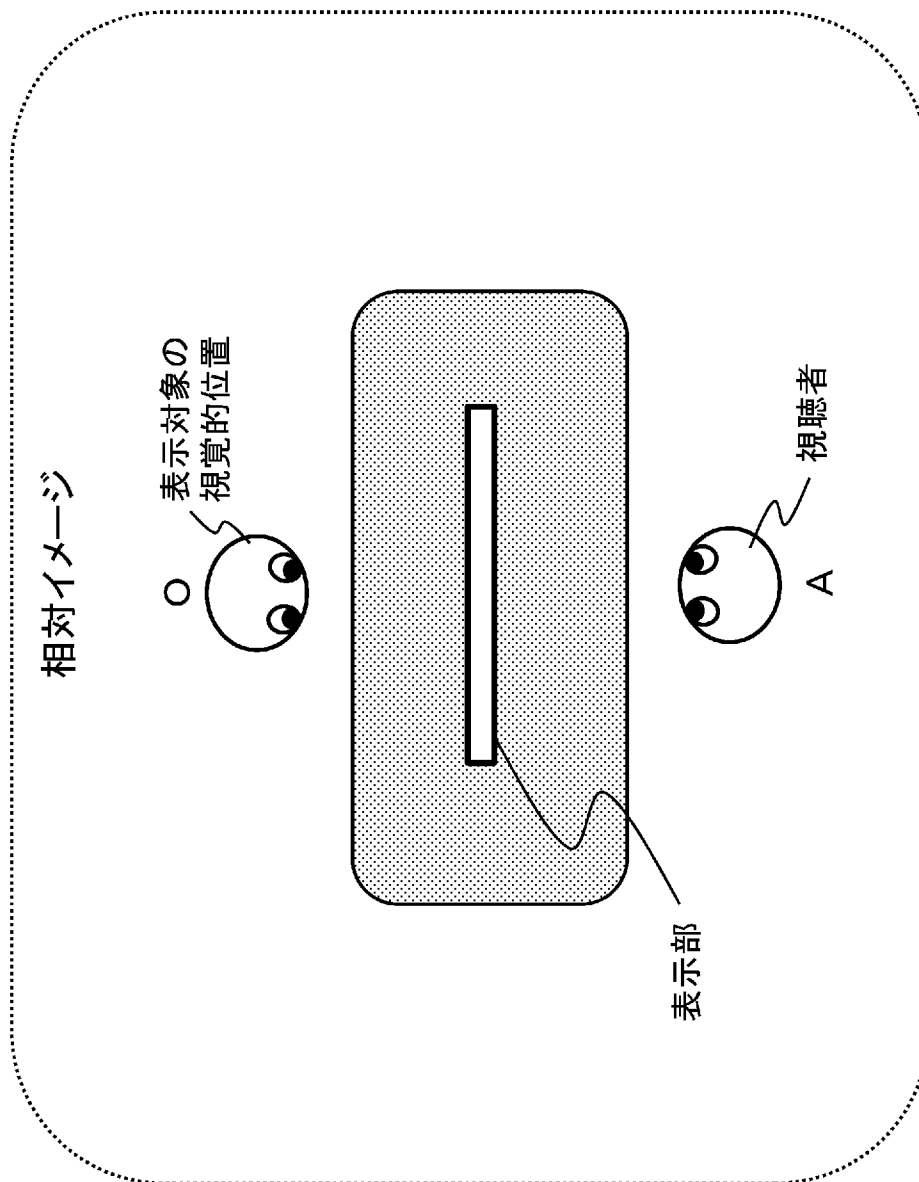
[図5]



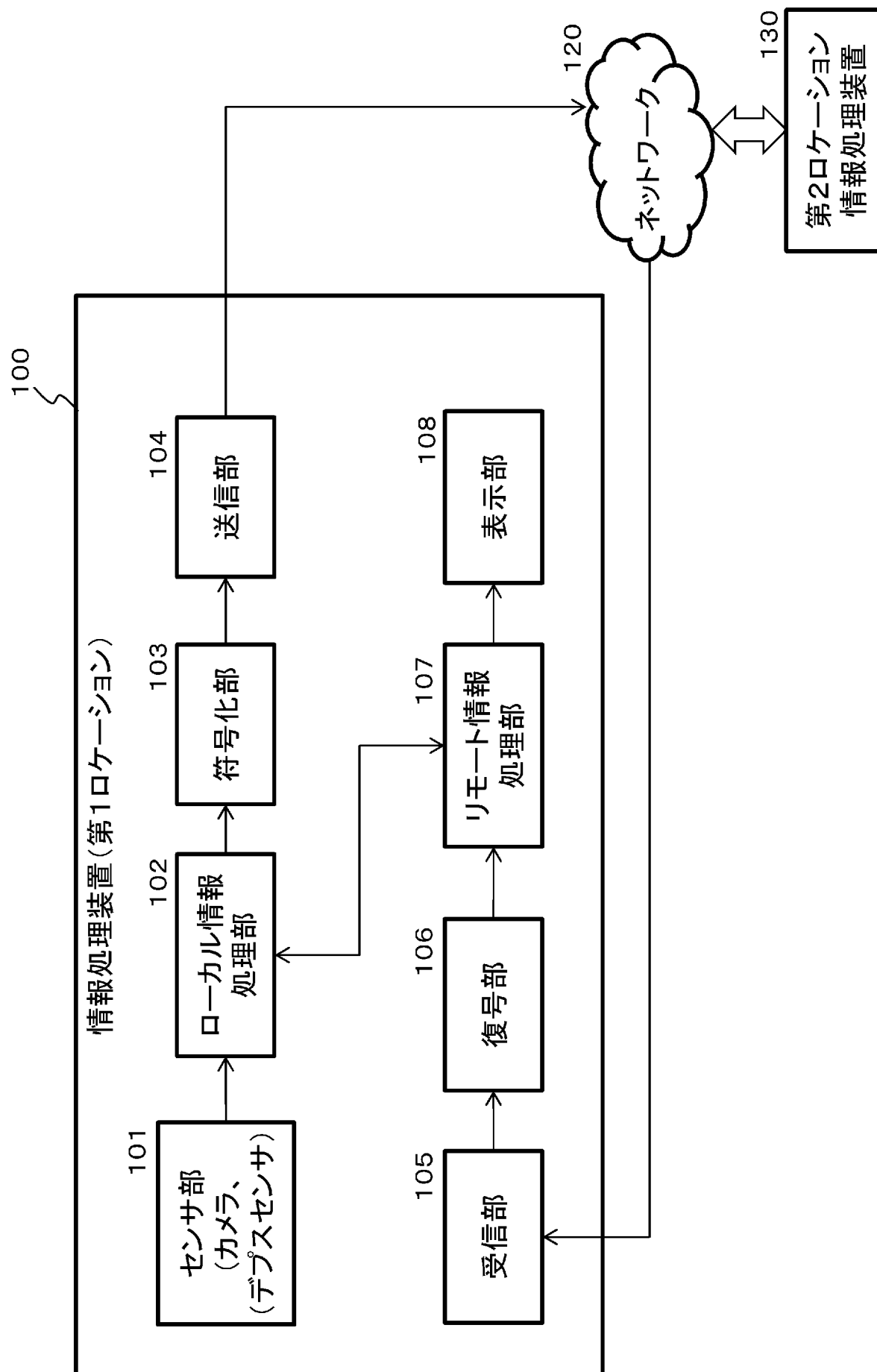
[図6]



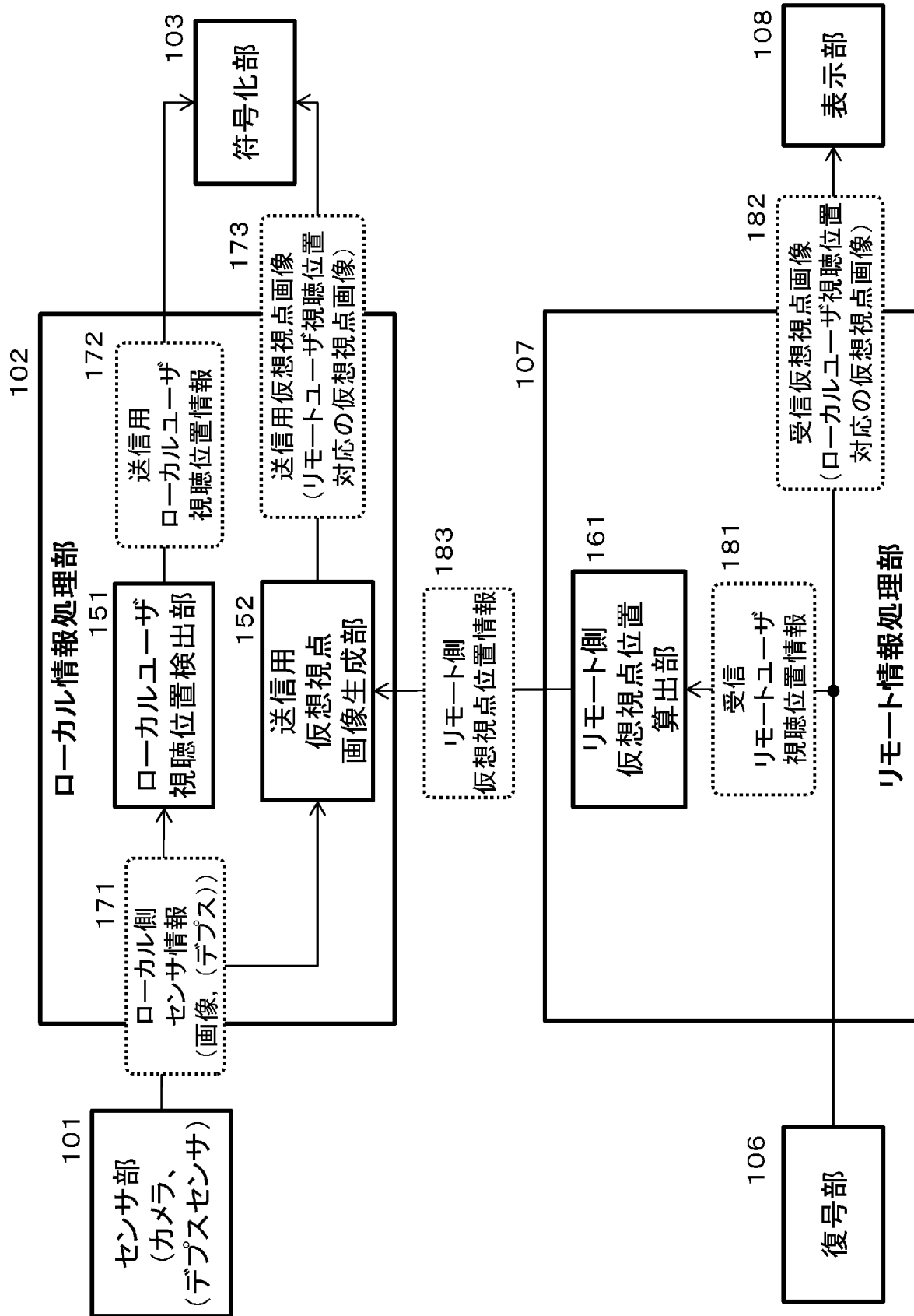
[図7]



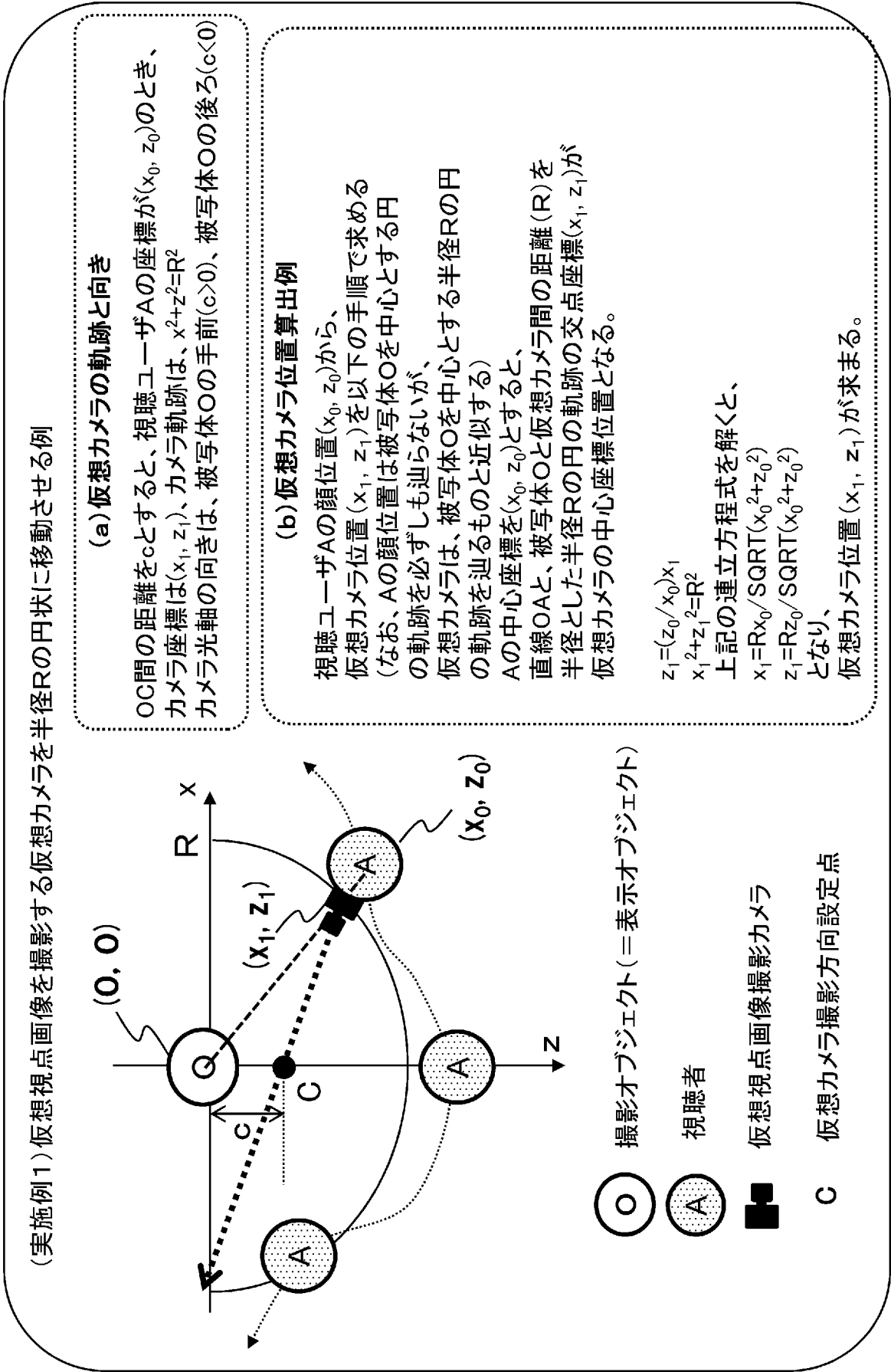
[図8]



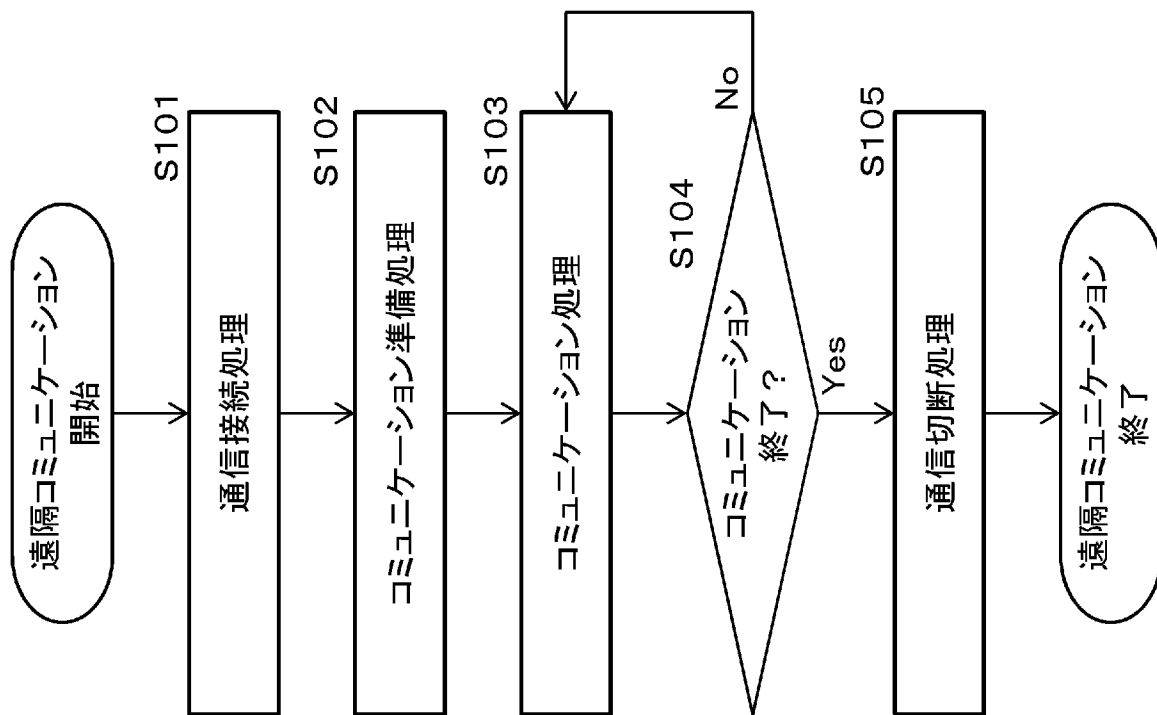
[図9]



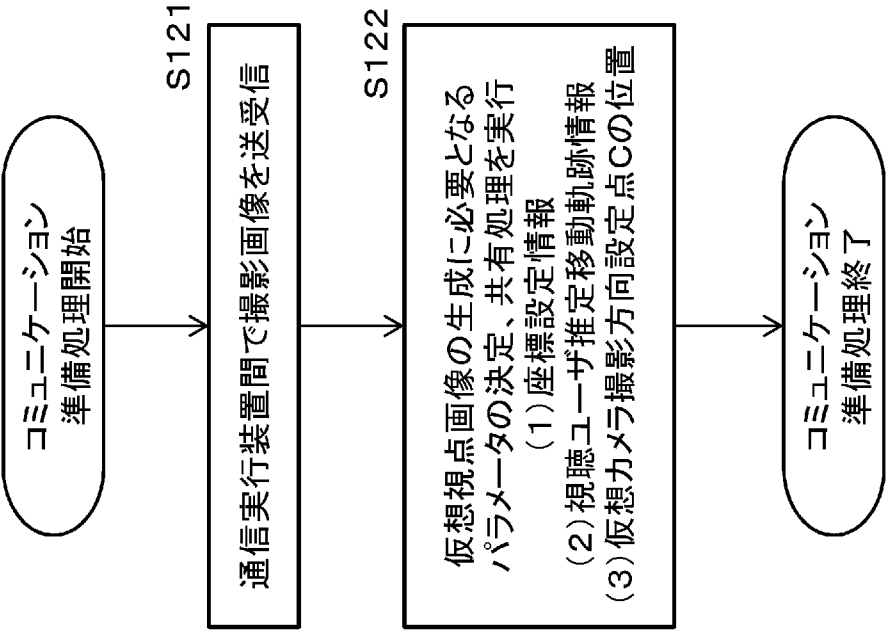
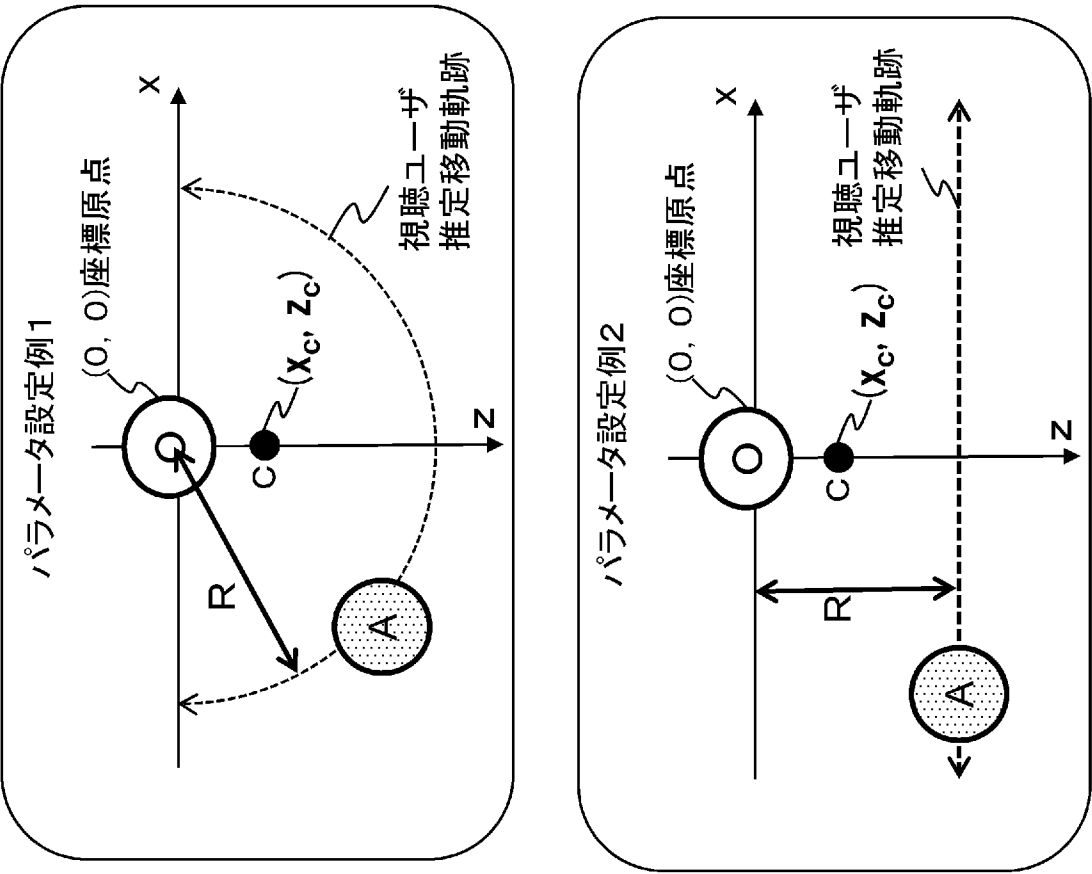
[図10]



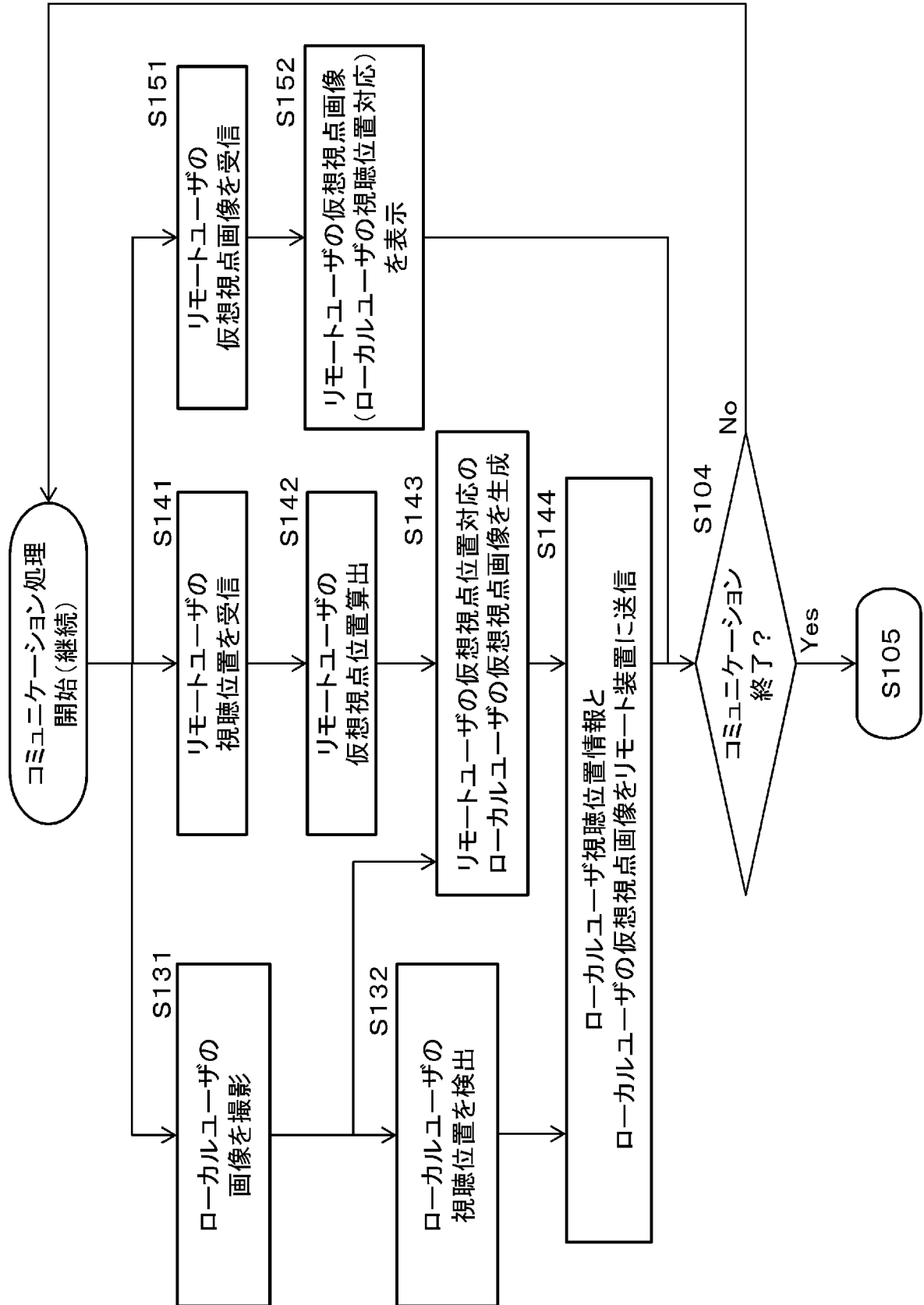
[図11]



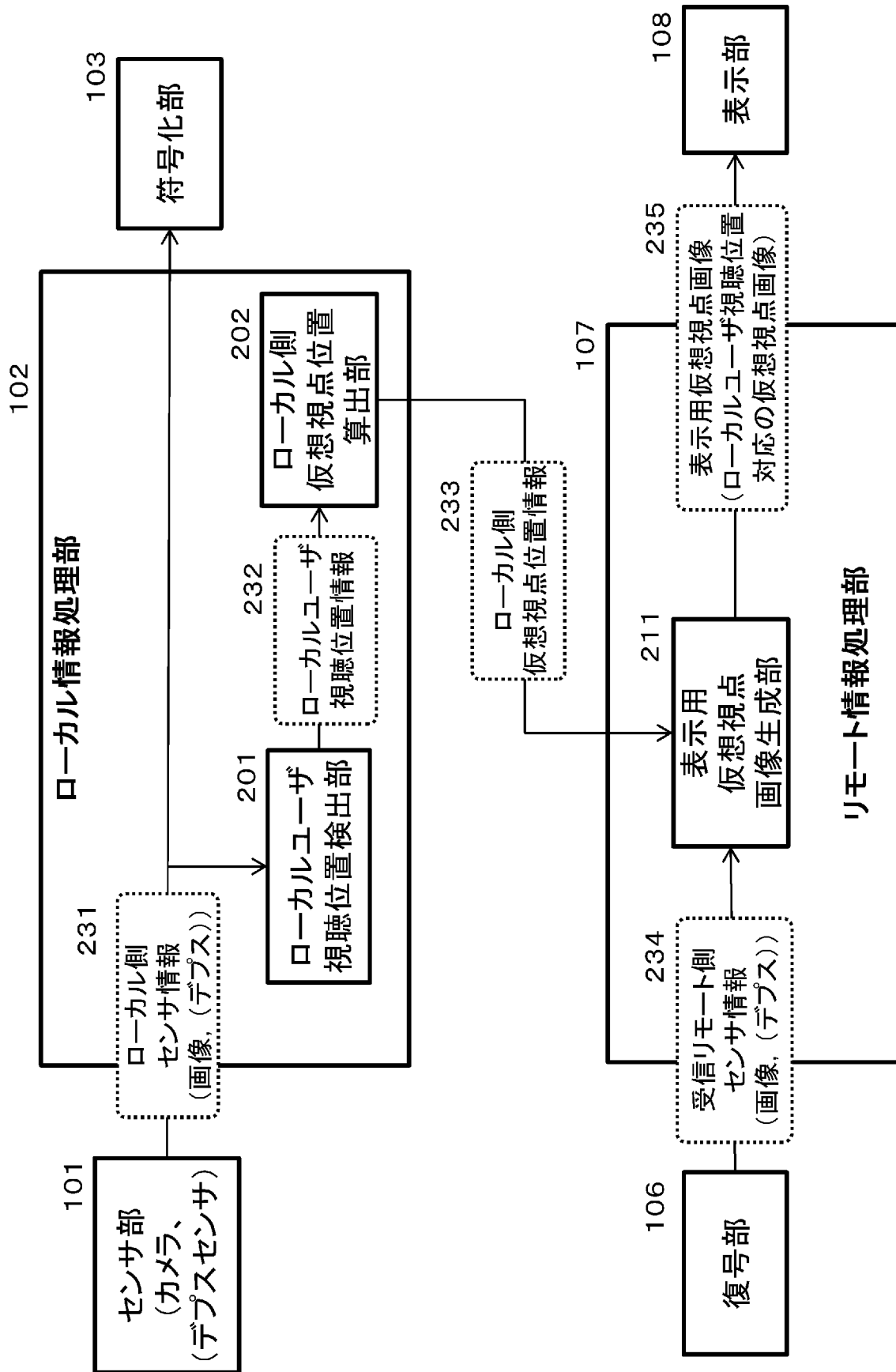
[図12]



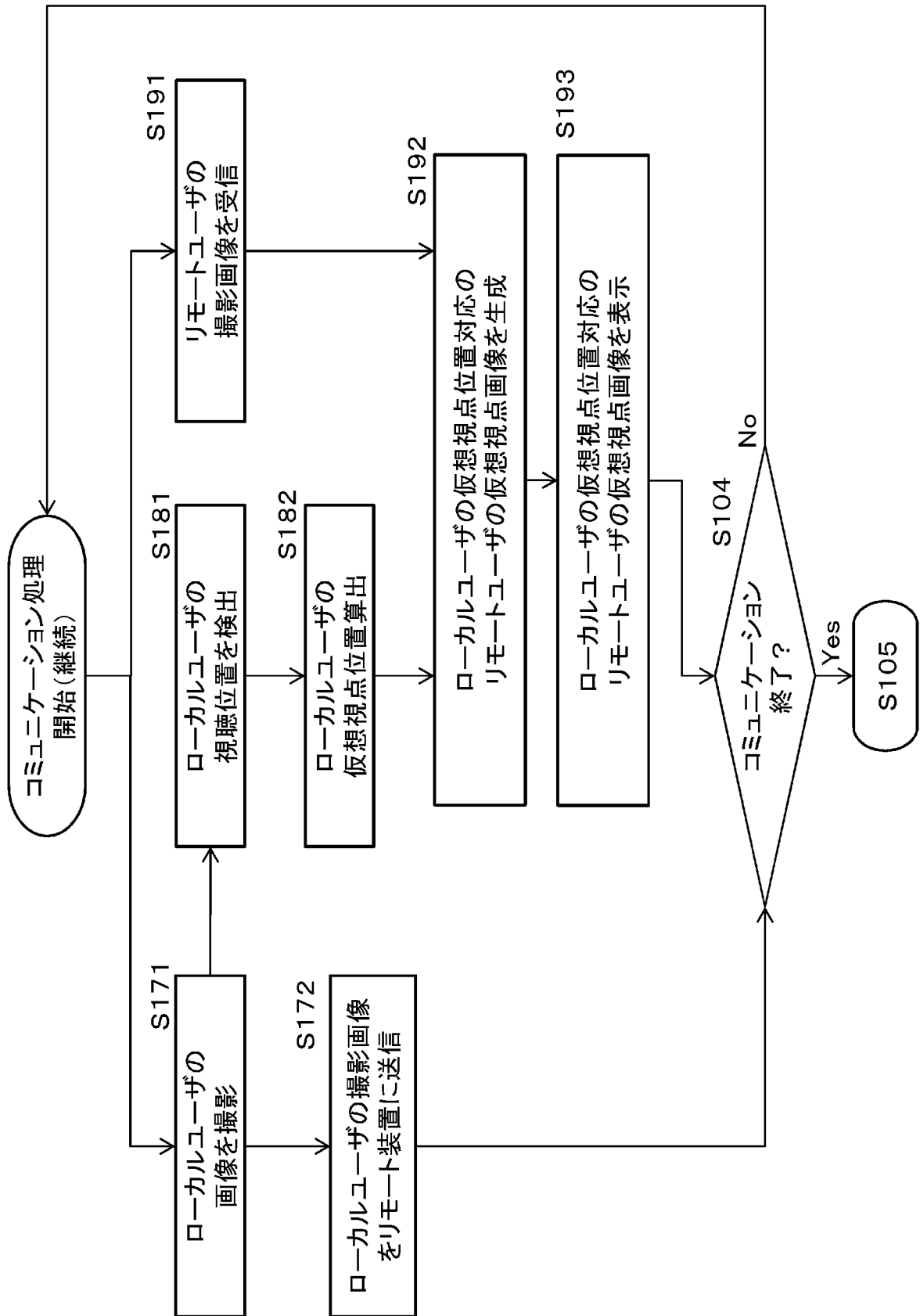
[図13]



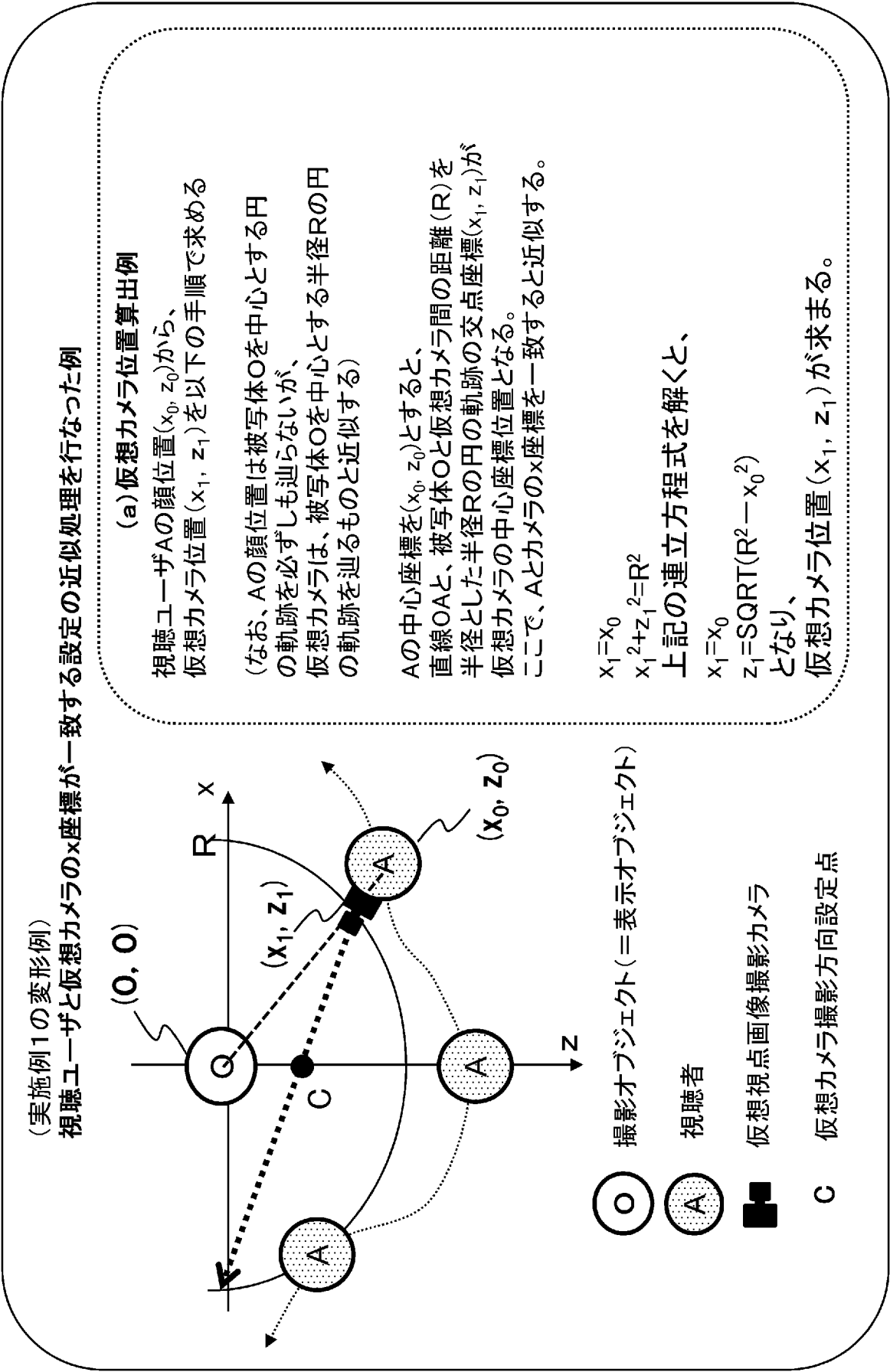
[図14]



[図15]

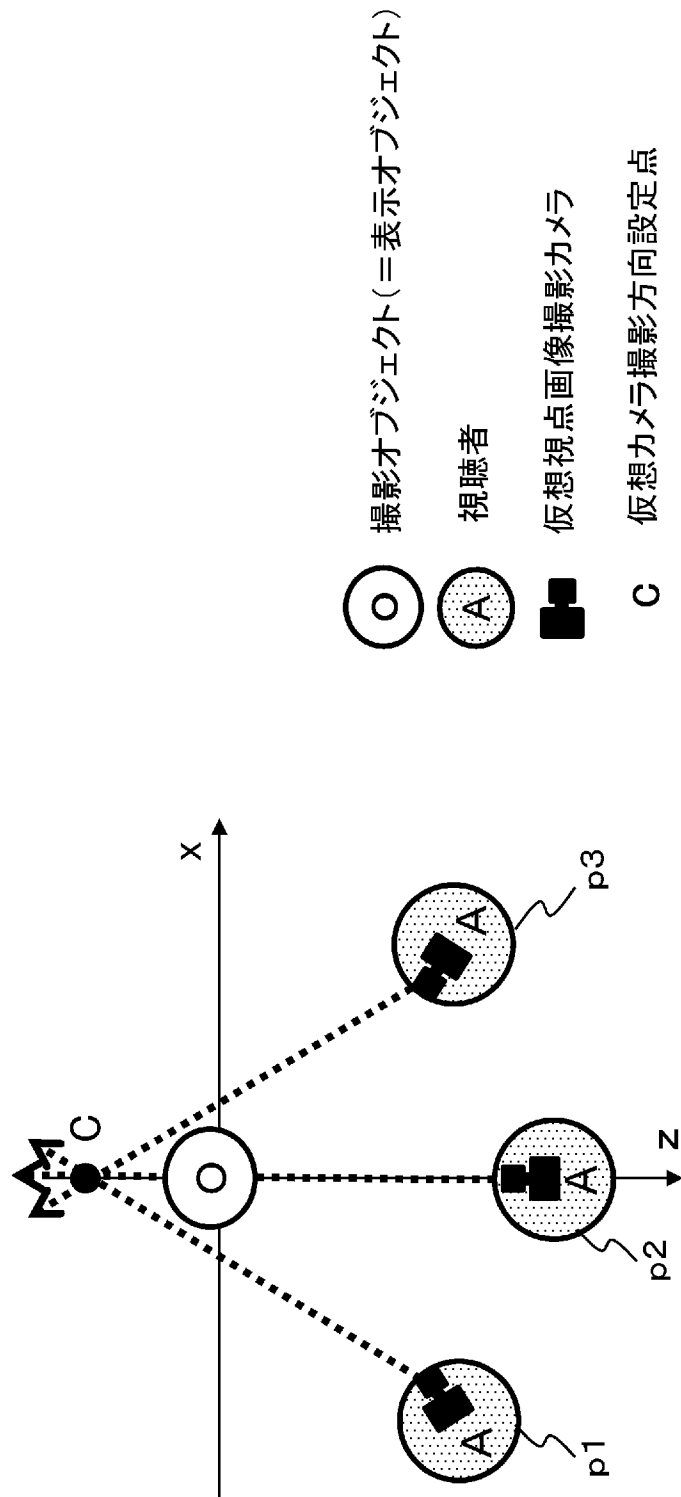


[図16]

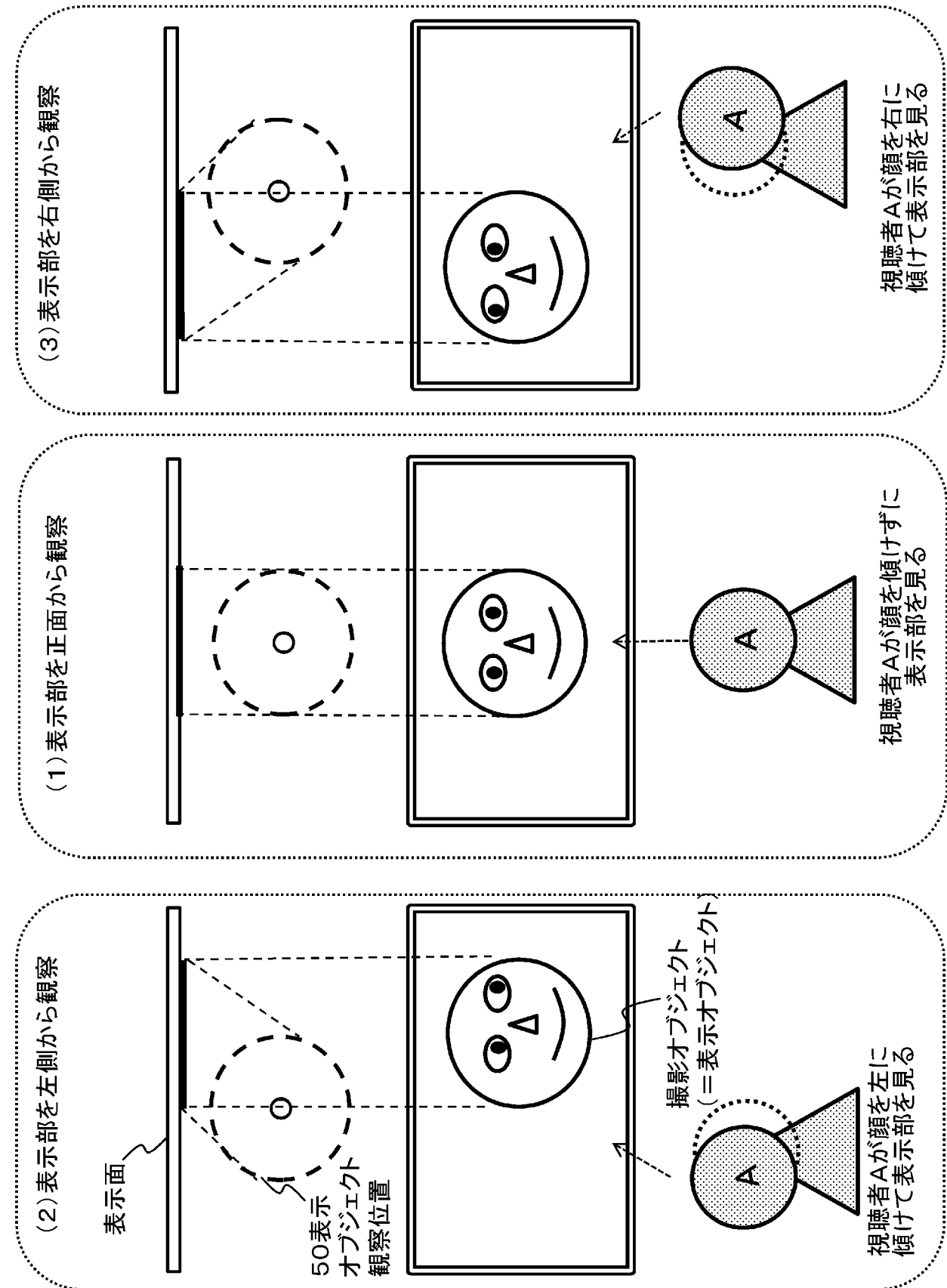


[図17]

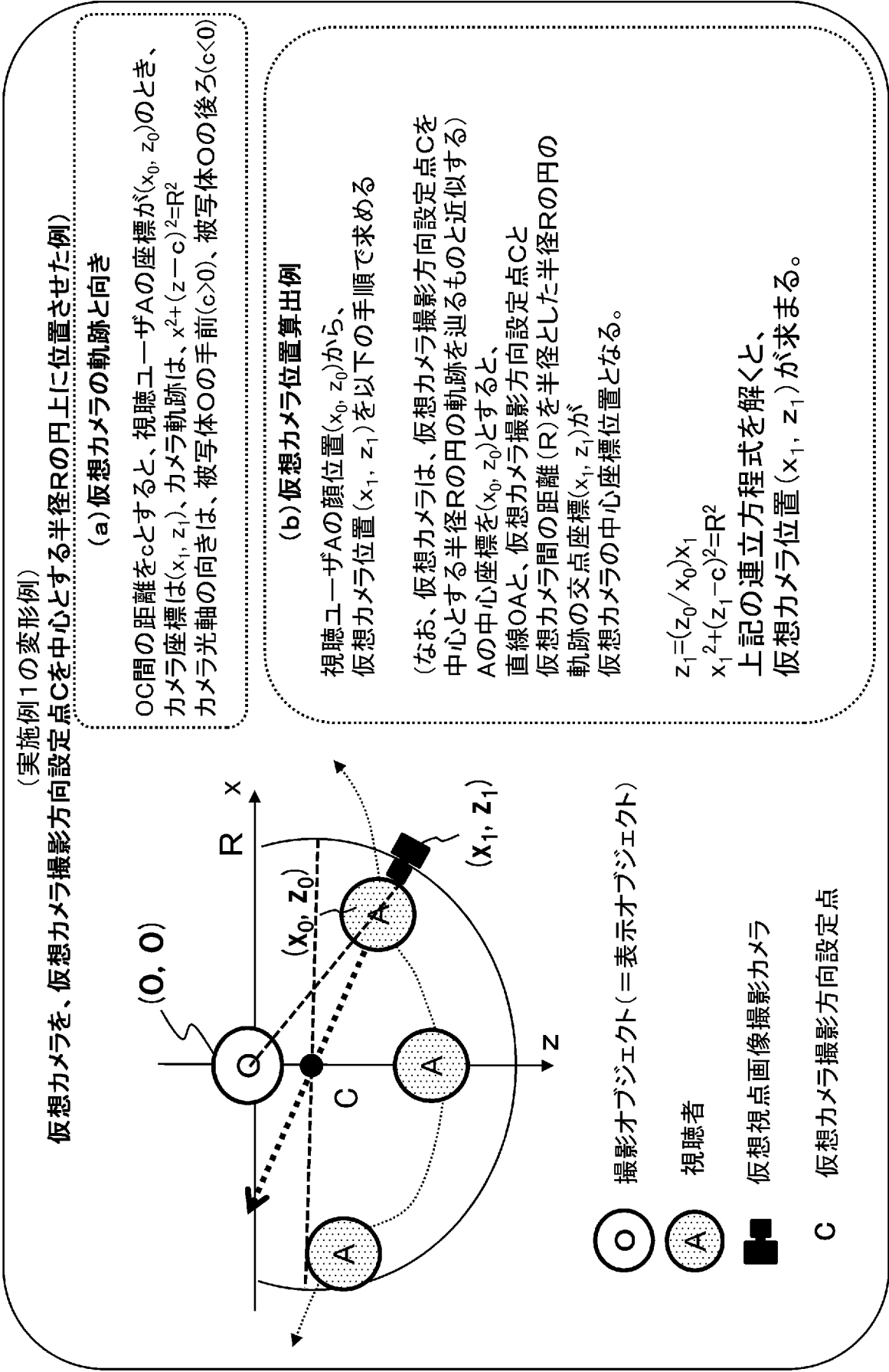
(実施例1の変形例)仮想カメラ撮影方向設定点Cの設定例



[図18]



[図19]

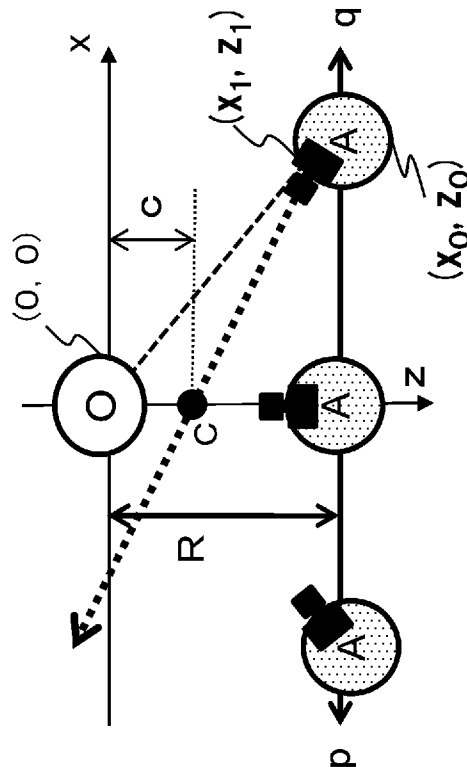


[図21]

(実施例2) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる例

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

OC間の距離を c とすると、視聴ユーザAの座標が (x_0, z_0) のとき、カメラ座標は (x_1, z_1) 、カメラ軌跡は、 $z=R$ カメラ光軸の向きは、被写体Oの手前($c>0$)、被写体Oの後ろ($c<0$)



(b) 仮想カメラ位置算出例

視聴ユーザAの顔位置 (x_0, z_0) から、仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を以下の手順で求める

(なお、Aの顔位置は直線pqの軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、直線pqの軌跡を辿るものと近似する)
Aの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、直線pqの軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

$$z_1 = (z_0 / x_0) x_1$$

$$z_1 = R$$

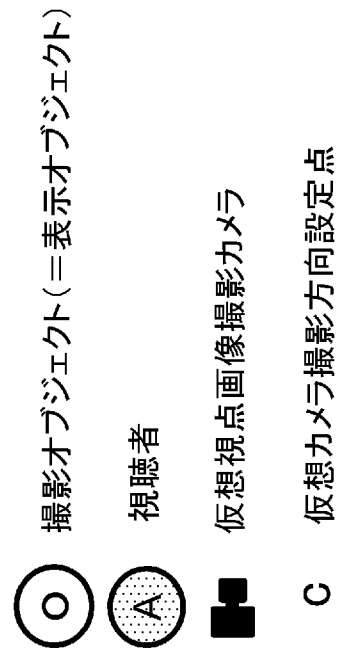
上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R x_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

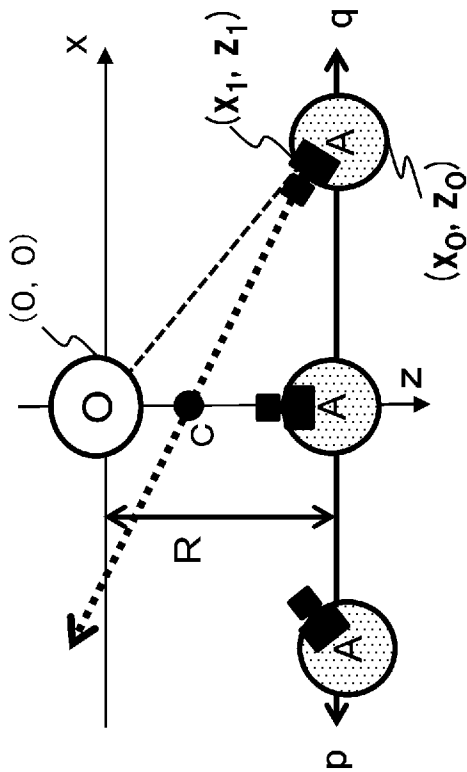
となり、

仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。



[図22]

(実施例2の変形例) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを直線状に移動させる例
視聴ユーザと仮想カメラのx座標が一致する設定の近似処理を行なった例



- 撮影オブジェクト (=表示オブジェクト)
- 視聴者
- 仮想視点画像撮影カメラ
- C 仮想カメラ撮影方向設定点

(a) 仮想カメラ位置算出例

視聴ユーザAの顔位置 (x_0, z_0) から、
仮想カメラ位置 (x_1, z_1) を以下の手順で求める

(なお、Aの顔位置は直線pqの軌跡を必ずしも
辿らないが、仮想カメラは、直線pqの軌跡を
辿るものと近似する)

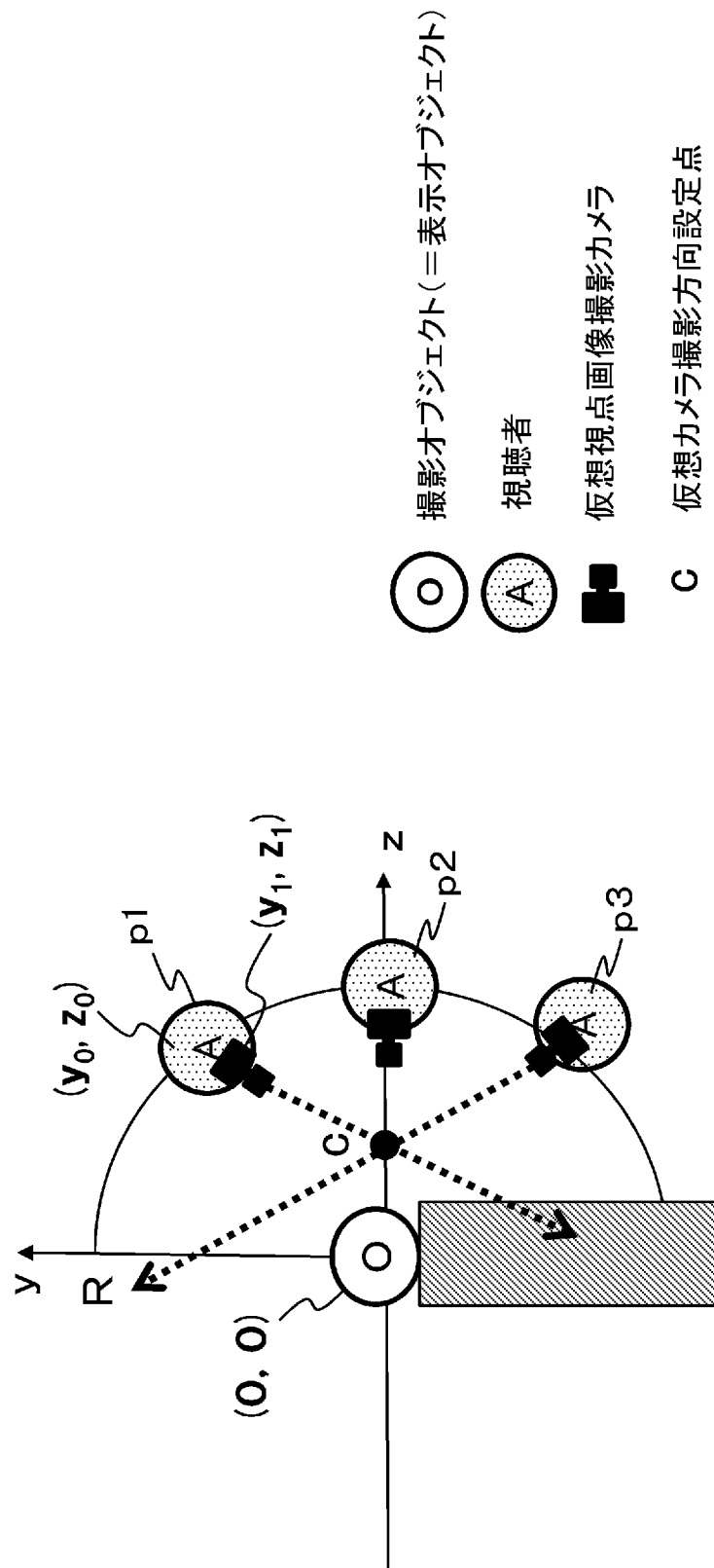
Aの中心座標を (x_0, z_0) とすると、
直線OAと、直線pqの軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が、
仮想カメラの中心座標位置となる。
ここで、Aとカメラのx座標を一致すると近似する。

$$x_1 = x_0$$
$$z_1 = R$$

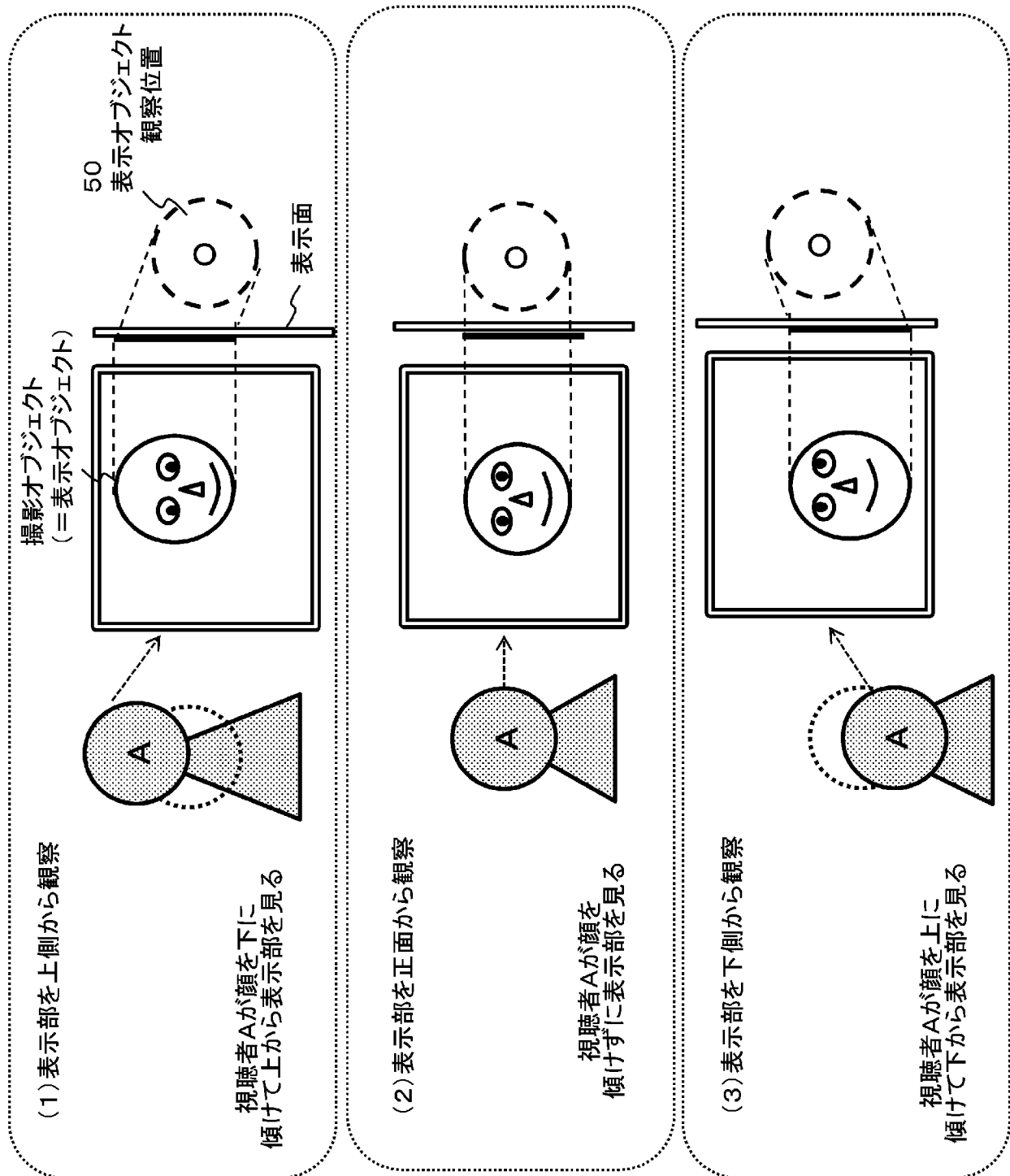
上記式
となり、
仮想カメラ位置 (x_1, z_1) が求まる。

[図23]

(実施例3) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを半径Rの垂直の円状に移動させる例

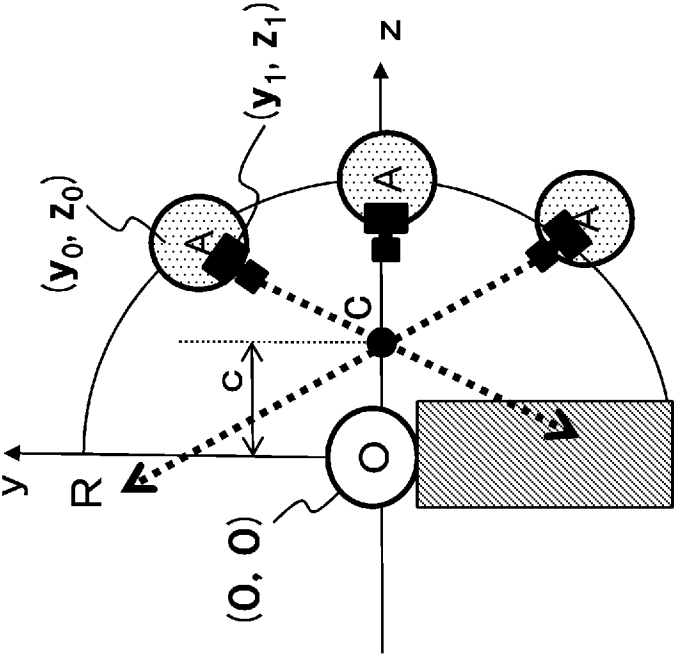


[図24]



[図25]

(実施例3) 仮想視点画像を撮影する仮想カメラを半径Rの垂直の円状に移動させる例



○ 撮影オブジェクト(=表示オブジェクト)

● A 視聴者

■ 仮想視点画像撮影カメラ

C 仮想カメラ撮影方向設定点

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

OC間の距離をcとすると、視聴ユーザAの座標が (y_0, z_0) のとき、カメラ座標は (y_1, z_1) 、カメラ軌跡は、 $y^2+z^2=R^2$ カメラ光軸の向きは、被写体Oの手前($c>0$)、被写体Oの後ろ($c<0$)

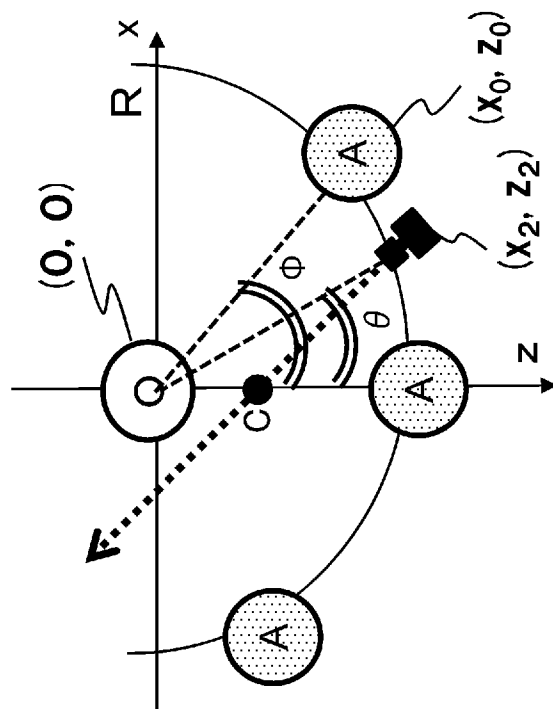
(b) 仮想カメラ位置算出例

視聴ユーザAの顔位置 (y_0, z_0) から、仮想カメラ位置 (y_1, z_1) を以下の手順で求める
(なお、Aの顔位置は被写体Oを中心とする円の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体Oを中心とする半径Rの円の軌跡を辿るものと近似する)
Aの中心座標を (y_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体Oと仮想カメラ間の距離(R)を半径とした半径Rの円の軌跡の交点座標 (y_1, z_1) が仮想カメラの中心座標位置となる。

$$\begin{aligned} z_1 &= (z_0/y_0)y_1 \\ y_1^2 + z_1^2 &= R^2 \\ \text{上記の連立方程式を解くと、} \\ y_1 &= Ry_0 / \text{SQRT}(y_0^2 + z_0^2) \\ z_1 &= Rz_0 / \text{SQRT}(y_0^2 + z_0^2) \\ \text{となり、} \\ \text{仮想カメラ位置}(y_1, z_1) &\text{が求まる。} \end{aligned}$$

[図27]

(実施例5) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とする設定例



○ 撮影オブジェクト (=表示オブジェクト)

● 視聴者

■ 仮想視点画像撮影カメラ

C 仮想カメラ撮影方向設定点

(a) 仮想カメラの軌跡と向き、仮想カメラの位置

OC間の距離を c とすると、視聴ユーザAの座標が (x_0, z_0) のとき、

カメラ座標は (x_2, z_2) 、

$$x_2 = R \sin \theta, \quad z_2 = R \cos \theta$$

カメラの軌跡は、 $x^2 + z^2 = R^2$

光軸の向きは 被写体Oの手前($c > 0$)、被写体Oの後ろ($c < 0$)

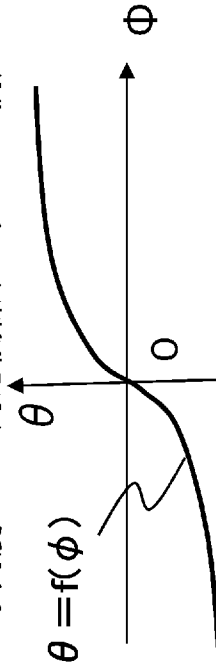
被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させる。具体的には、仮想カメラ位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいるとすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた位置に設定する。

$$\theta = f(\phi)$$

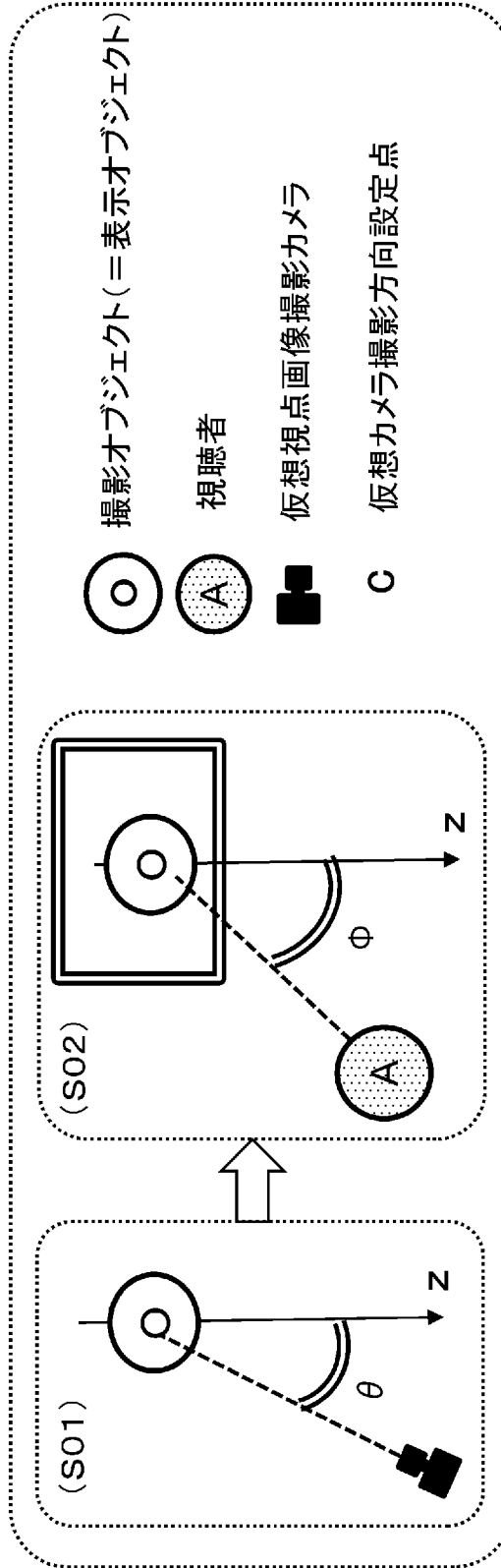
とすると、 θ と ϕ の関係を表す関数を、予めデータベースとして持っておく。

(b) データベース例 (被写体Oに対する視聴者角度 ϕ と、仮想カメラ角度 θ との対応関係データベース例)



[図28]

(実施例5) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とする設定例



(S01) 被写体Oを正面から角度 θ の位置から撮影する
 (S02) 視聴者Aがディスプレイの正面から角度 ϕ の位置にいる場合、
 ディスプレイに(S01)の被写体Oを表示して、視線が一致する角度 ϕ を求める。
 (S01), (S02)を繰り返して、角度 ϕ の位置から見て視線が一致する被写体の撮影角度 θ とし、
 $\theta = f(\phi)$ の関係が求め、これをデータベースに保存する。

[図30]

(実施例6) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、仮想カメラの動きを直線状に設定した例

(a) 仮想カメラの軌跡と向き、仮想カメラの位置

OC間の距離を c とすると、視聴ユーザAの座標が (x_0, z_0) のとき、カメラ座標は (x_2, z_2) 、
 $x_2 = R \tan \theta$, $z_2 = R$

カメラの軌跡は、 $z=R$

光軸の向きは 被写体Oの手前($c>0$)、被写体Oの後ろ($c<0$)

被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて変化させる。具体的には、仮想カメラ位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいるとすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた位置に設定する。

$\theta = f(\phi)$

とすると、 θ と ϕ の関係を表す関数を、予めデータベースとして持っておく。

撮影オブジェクト(=表示オブジェクト)



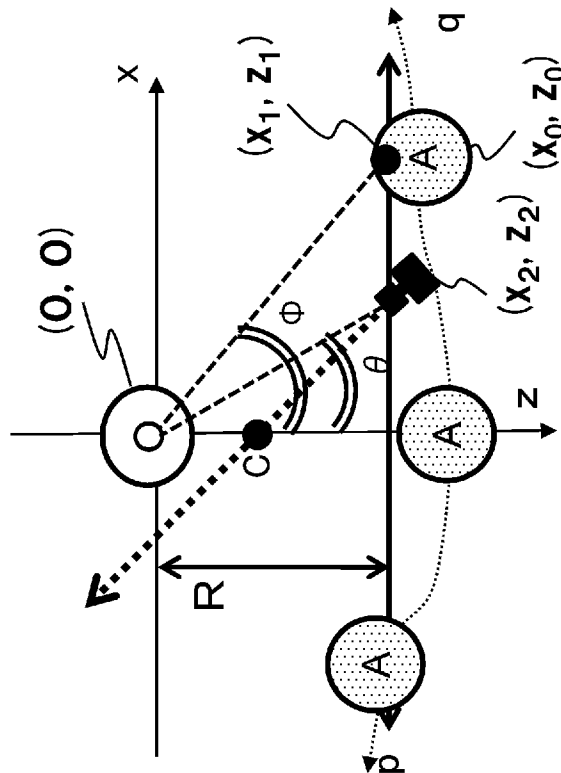
視聴者



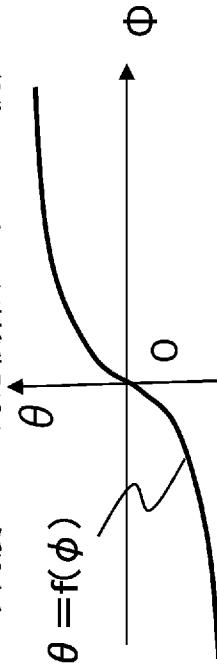
仮想視点画像撮影カメラ



C 仮想カメラ撮影方向設定点



(b) データベース例(被写体Oに対する視聴者角度 ϕ と、仮想カメラ角度 θ との対応関係データベース例)



[図31]

(実施例6) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、仮想カメラの動きを直線状に設定した例

(c) 仮想カメラ位置算出例

視聴ユーザAの顔位置 (x_0, z_0) から、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を以下の手順で求める
(なお、Aの顔位置は被写体OからRの距離にある直線の軌跡を必ずしも辿らないが、仮想カメラは、被写体OからRの距離にある直線の軌跡を辿るものと近似する)
Aの中心座標を (x_0, z_0) とすると、直線OAと、被写体OからRの距離にある直線pqの軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が、仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

$$z_1 = (z_0 / x_0) x_1$$

$$z_1 = R$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R x_0 / z_0$$

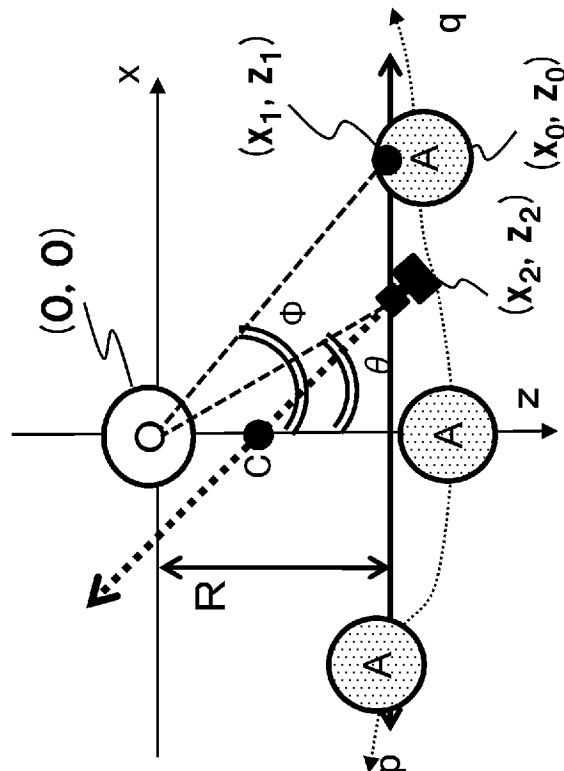
$$z_1 = R$$

となり、

(x_1, z_1) から、角度 Φ を算出し、

$\theta = f(\Phi)$ に従って、 θ を算出し、

θ から、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。



○ 撮影オブジェクト (= 表示オブジェクト)

● 視聴者

■ 仮想視点画像撮影カメラ

C 仮想カメラ撮影方向設定点

[図32]

(実施例6の変形例) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、
仮想カメラの軌跡を、仮想カメラと被写体間距離を一定に保つ設定とした例

(a) 仮想カメラの軌跡と向き、仮想カメラの位置

OC間の距離を c とすると、視聴ユーザAの座標が (x_0, z_0) のとき、

カメラ座標は (x_2, z_2) 、

$$x_2 = D \sin \theta, \quad z_2 = D \cos \theta$$

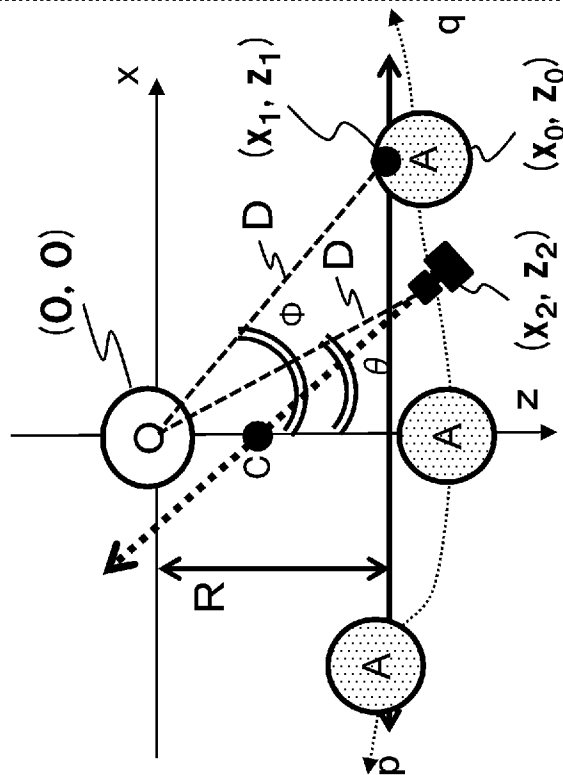
$$D = \text{SQRT}(x_1^2 + z_1^2)$$

D は、被写体Oと視聴ユーザAとの距離である。

光軸の向きは、被写体Oの手前($c > 0$)、被写体Oの後ろ($c < 0$)
被写体Oに対する仮想カメラ角度 θ を、視聴者角度 ϕ に応じて
変化させる。具体的には、仮想カメラ位置を被写体と視聴者間の
視線が一致する位置に設定する。

例えば、視聴ユーザAが正面から角度 ϕ だけずれた位置にいる
とすると、仮想カメラの位置を正面から角度 θ だけずれた
位置に設定する。

$\theta = f(\phi)$ とすると、 θ と ϕ の関係を表す関数を、予めデータベース
として持っておく。



撮影オブジェクト (= 表示オブジェクト)



視聴者



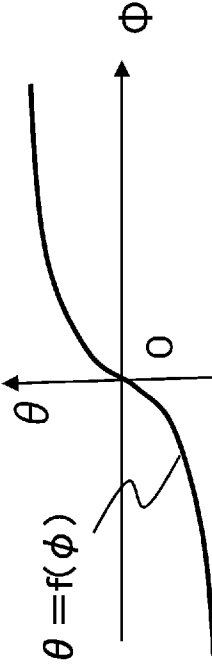
仮想視点画像撮影カメラ



C 仮想カメラ撮影方向設定点

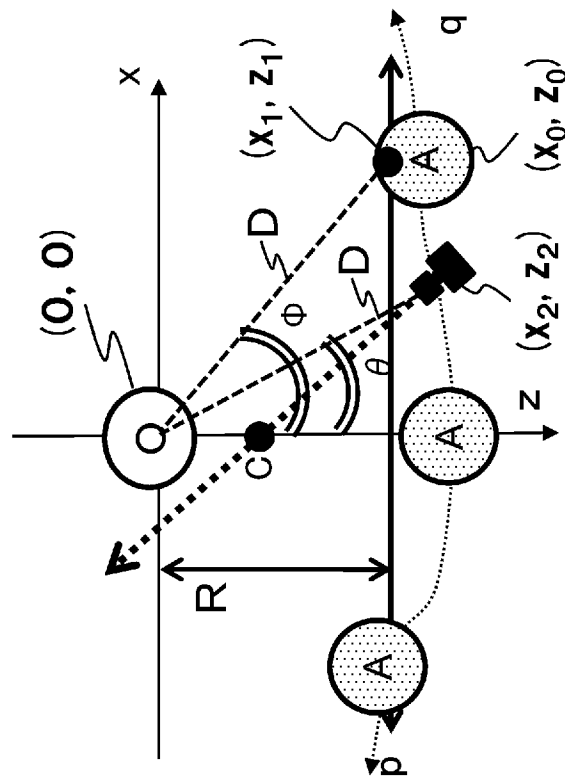


(b) データベース例 (被写体Oに対する視聴者角度 ϕ と、
仮想カメラ角度 θ との対応関係データベース例)



[図33]

(実施例6の変形例) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間の視線が一致する位置とし、
仮想カメラの軌跡を、仮想カメラと被写体間距離を一定に保つ設定とした例



○ 撮影オブジェクト (=表示オブジェクト)

● 視聴者

■ 仮想視点画像撮影カメラ

C 仮想カメラ撮影方向設定点

(c) 仮想カメラ位置算出例

視聴ユーザAの顔位置 (x_0, z_0) から、
仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を以下の手順で求める
(なお、Aの顔位置は被写体OからRの距離にある直線
の軌跡を必ずしも辿らないが、
仮想カメラは、被写体OからRの距離にある直線
の軌跡を辿るものと近似する)
Aの中心座標を (x_0, z_0) とすると、
直線OAと、被写体OからRの距離にある直線pqの
軌跡の交点座標 (x_1, z_1) が
仮想カメラの位置 (x_2, z_2) を求める基準となる。

$$z_1 = (z_0 / x_0) x_1$$

$$z_1 = R$$

上記の連立方程式を解くと、

$$x_1 = R x_0 / z_0$$

$$z_1 = R$$

となり、

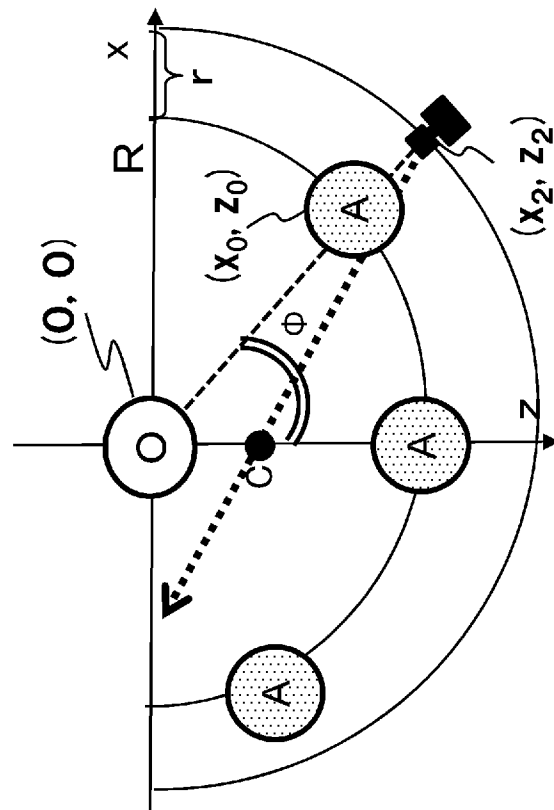
この (x_1, z_1) から、角度 ϕ を算出し、
 $\theta = f(\phi)$ に従って、 θ を算出し、さらに、
先に、図32を参照して説明した関係式、すなわち、

$$x_2 = D \sin \theta, \quad z_2 = D \cos \theta$$

上記式に従って、仮想カメラ位置 (x_2, z_2) を求める。

[図34]

(実施例7) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間を結ぶ直線上の位置(視聴者の後方等)にした例



撮影オブジェクト(=表示オブジェクト)



視聴者



仮想視点画像撮影カメラ

C

仮想カメラ撮影方向設定点

(a) 仮想カメラの軌跡と向き

OC間の距離をcとすると、
 視聴ユーザAの座標が (x_0, z_0) のとき、
 カメラ座標は (x_2, z_2) 、
 $x_2 = (R+r) \sin \Phi$ 、
 $z_2 = (R+r) \cos \Phi$

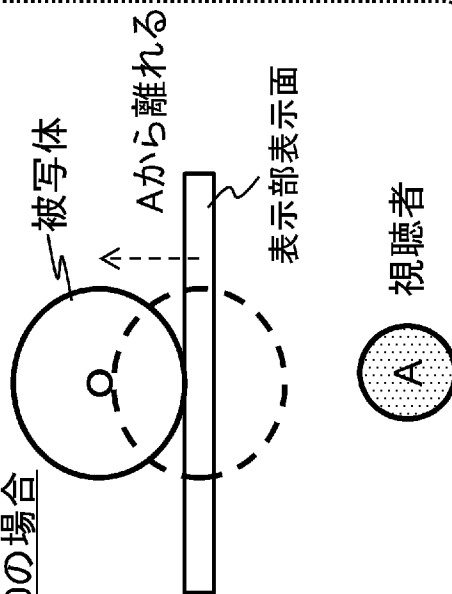
カメラの軌跡は、
 $x^2 + z^2 = (R+r)^2$

光軸の向きは
 被写体Oの手前($c > 0$)、被写体Oの後ろ($c < 0$)

[図36]

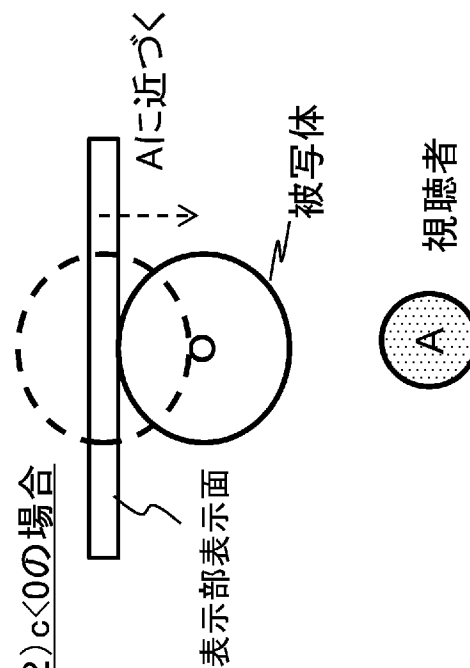
(実施例7) 仮想カメラの位置を被写体と視聴者間を結ぶ直線上の位置(視聴者の後方等)にした例

(1) $c > 0$ の場合



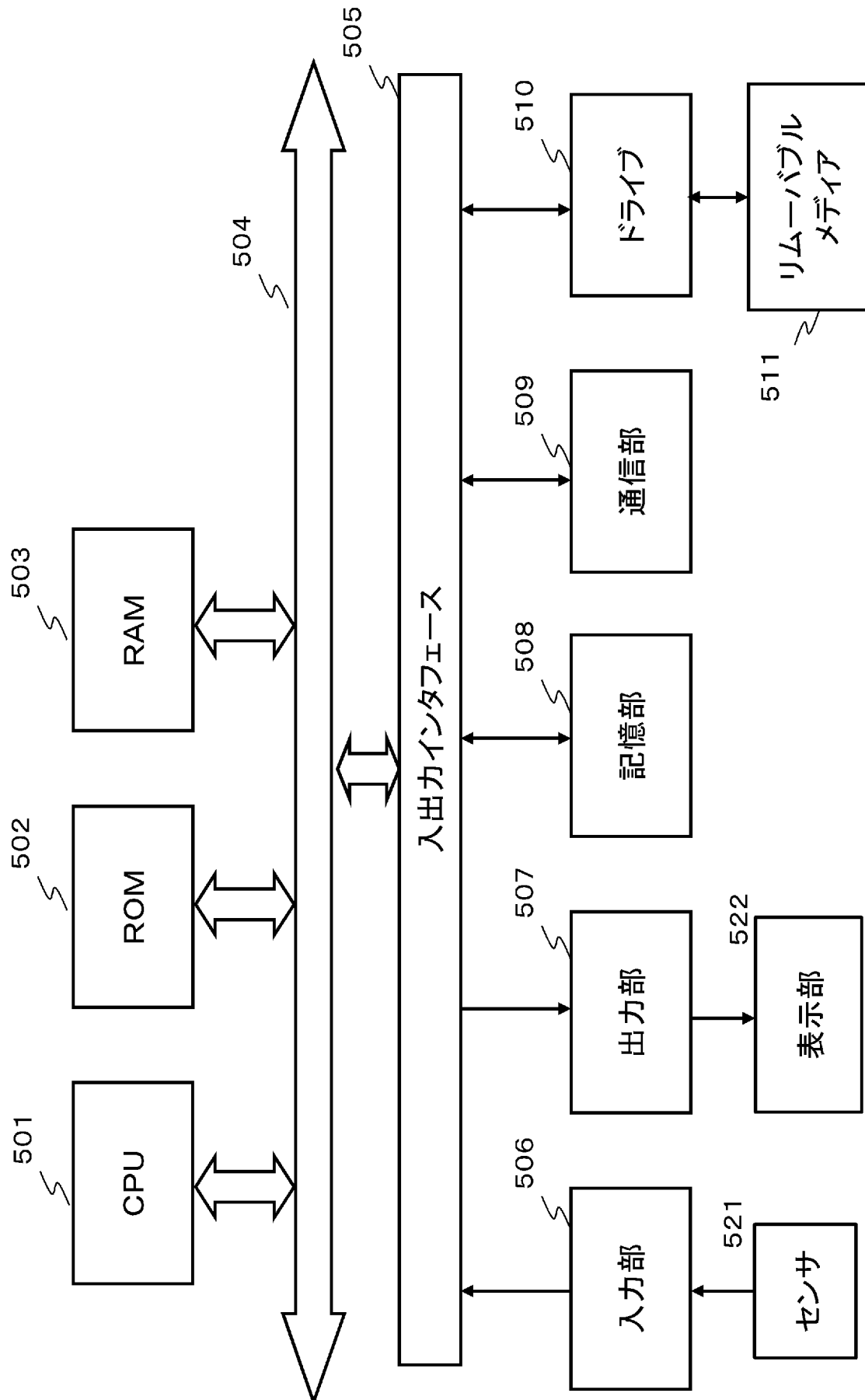
(c) 被写体からの視聴者までの距離と、仮想カメラまでの距離を変更する効果について
被写体Oから、仮想カメラ撮影方向設定点Cまでの距離 c について、
 $c > 0$ の場合、
撮影対象の顔が表示部表示面(ディスプレイ)の奥側に定位するように表示されるので、視聴者と撮影対象との距離が離れることを意味する。この距離が離れる効果をさらに強調するために、仮想カメラを撮影対象から離す($r > 0$)。すると、撮影対象の顔が小さく表示される。

(2) $c < 0$ の場合



$c < 0$ の場合、
撮影対象の顔が表示部表示面(ディスプレイ)の手前側に定位するように表示されるので、視聴者と撮影対象との距離が近づくことを意味する。この距離が近づく効果をさらに強調するために、仮想カメラを撮影対象に近づける($r < 0$)。すると、撮影対象の顔が大きく表示される。

[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014549

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/18(2006.01)i, G06T19/00(2011.01)i, H04N7/14(2006.01)i, H04N13/00(2006.01)i, H04N13/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N7/18, G06T19/00, H04N7/14, H04N13/00, H04N13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2013-055402 A (Panasonic Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), paragraphs [0030], [0065] to [0070]; fig. 9 to 11 (Family: none)	1-2, 12-17 4, 6, 8 3, 5, 7, 9-11
Y	JP 2014-045474 A (NLT Technologies, Ltd.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0269] to [0300]; fig. 77 to 82 & US 2014/0036046 A1 paragraphs [0358] to [0389]; fig. 77 to 82 & EP 2693758 A2 & CN 103595987 A	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
22 June 2017 (22.06.17)

Date of mailing of the international search report
04 July 2017 (04.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014549

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-157921 A (Sony Corp.), 16 June 2005 (16.06.2005), paragraphs [0102] to [0113]; fig. 9 to 12 & US 2005/0129325 A1 paragraphs [0112] to [0132]; fig. 11 to 13 & CN 1678084 A	6, 8
A	JP 2016-051918 A (Nintendo Co., Ltd.), 11 April 2016 (11.04.2016), paragraphs [0225] to [0238]; fig. 24 to 25 & US 2016/0059128 A1 paragraphs [0279] to [0291]; fig. 24 to 25	1-17
A	JP 2015-114716 A (Sharp Corp.), 22 June 2015 (22.06.2015), paragraphs [0112] to [0113]; fig. 32 to 33 (Family: none)	1-17
A	JP 11-355804 A (NEC Corp.), 24 December 1999 (24.12.1999), paragraphs [0019] to [0046]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/18(2006.01)i, G06T19/00(2011.01)i, H04N7/14(2006.01)i, H04N13/00(2006.01)i, H04N13/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/18, G06T19/00, H04N7/14, H04N13/00, H04N13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2013-055402 A（パナソニック株式会社） 2013.03.21, 段落[0030], [0065]-[0070], 図 9-11	1-2, 12-17
Y	（ファミリーなし）	4, 6, 8
A		3, 5, 7, 9-11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 7 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐野 潤一

5 P

3 9 0 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-045474 A (N L Tテクノロジー株式会社) 2014.03.13, 段落[0269]-[0300], 図 77-82 & US 2014/0036046 A1, 段落[0358]-[0389], 図 77-82 & EP 2693758 A2 & CN 103595987 A	4
Y	JP 2005-157921 A (ソニー株式会社) 2005.06.16, 段落[0102]-[0113], 図 9-12 & US 2005/0129325 A1, 段落[0112]-[0132], 図 11-13 & CN 1678084 A	6, 8
A	JP 2016-051918 A (任天堂株式会社) 2016.04.11, 段落[0225]-[0238], 図 24-25 & US 2016/0059128 A1, 段落[0279]-[0291], 図 24-25	1-17
A	JP 2015-114716 A (シャープ株式会社) 2015.06.22, 段落[0112]-[0113], 図 32-33 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 11-355804 A (日本電気株式会社) 1999.12.24, 段落[0019]-[0046], 図 1-8 (ファミリーなし)	1-17