

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-84843  
(P2023-84843A)

(43)公開日 令和5年6月20日(2023.6.20)

## (51)国際特許分類

G 0 6 T 7/564(2017.01)  
H 0 4 N 23/60 (2023.01)

F I

G 0 6 T  
H 0 4 N

7/564

5/232 2 9 0

## テーマコード(参考)

5 C 1 2 2  
5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全15頁)

(21)出願番号  
(22)出願日特願2021-199189(P2021-199189)  
令和3年12月8日(2021.12.8)

(71)出願人 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 110001243  
 弁理士法人谷・阿部特許事務所

(72)発明者 緑川 和希  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 5C122 DA13 DA30 EA06 FA04  
 FA06 FH10 FH11 FH12  
 FH14 FH15 FH23 HA13  
 HA35 HB02 HB05  
 5L096 CA05 DA01 EA43 FA15  
 FA35 FA69 GA08 GA19  
 GA51

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム

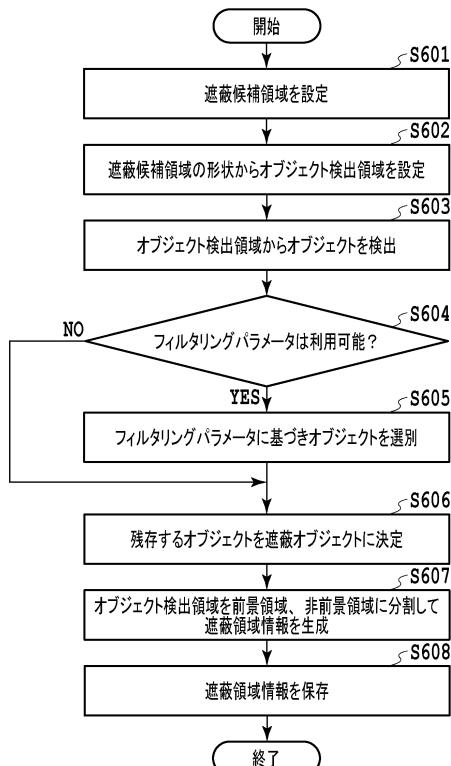
## (57)【要約】

【課題】精度よくオブジェクトの三次元形状データを生成する。

## 【解決手段】

画像処理装置は、三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能性がある他のオブジェクトであって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェクトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定し、特定された第1の領域から検出された他のオブジェクトの領域と、撮像画像から検出されたオブジェクトの領域と、に基づいて、オブジェクトの三次元形状データを生成する。

【選択図】図6



10

20

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能性がある他のオブジェクトであって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェクトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された前記第1の領域から検出された前記他のオブジェクトの領域と、前記撮像画像から検出された前記オブジェクトの領域と、に基づいて、前記オブジェクトの三次元形状データを生成する生成手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

**【請求項 2】**

撮像画像を取得する取得手段と、

三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能性がある他のオブジェクトであって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェクトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定する特定手段と、

前記撮像画像から前記オブジェクトの領域を検出し、前記特定手段により特定された前記第1の領域から前記他のオブジェクトの領域を検出する検出手段と、

検出された前記オブジェクトの領域の情報と検出された前記他のオブジェクトの領域の情報とを、前記オブジェクトの三次元形状データを生成する生成手段に出力する出力手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

**【請求項 3】**

前記特定手段は、

前記他のオブジェクトの可動領域に基づき、前記第1の領域を特定することを特徴とする請求項1または2に記載の画像処理装置。

**【請求項 4】**

前記特定手段は、客席の領域に基づき前記第1の領域を特定することを特徴とする請求項1または2に記載の画像処理装置。

**【請求項 5】**

前記第1の領域から検出されたオブジェクトから、前記他のオブジェクトが検出されることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記第1の領域から物体検出を行うことにより、前記第1の領域からオブジェクトが検出される

ことを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

**【請求項 7】**

前記撮像画像の履歴の情報に基づき、前記第1の領域からオブジェクトが検出されることを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記他のオブジェクトの領域は、前記他のオブジェクトを含む矩形の領域である

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

**【請求項 9】**

前記他のオブジェクトの領域は、前記撮像画像を所定のサイズの領域ごとに分割して、分割された領域のうち前記他のオブジェクトが含まれる領域である

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

**【請求項 10】**

前記他のオブジェクトの領域は、前記他のオブジェクトに対して膨張処理をした結果得られた領域である

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

**【請求項 11】**

三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能性がある他のオブジェクト

10

20

30

40

50

であって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェクトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定する特定ステップと、

前記特定ステップにより特定された前記第1の領域から検出された前記他のオブジェクトの領域と、前記撮像画像から検出された前記オブジェクトの領域と、に基づいて、前記オブジェクトの三次元形状データを生成する生成ステップと、

を有することを特徴とする画像処理方法。

#### 【請求項 1 2】

撮像画像を取得する取得ステップと、

三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能性がある他のオブジェクトであって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェクトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定する特定ステップと、

前記撮像画像から前記オブジェクトの領域を検出し、前記特定ステップで特定された前記第1の領域から前記他のオブジェクトの領域を検出する検出ステップと、

検出された前記オブジェクトの領域の情報と検出された前記他のオブジェクトの領域の情報を、前記オブジェクトの三次元形状データを生成する生成手段に出力する出力ステップと、

を有することを特徴とする画像処理方法。

#### 【請求項 1 3】

コンピュータを、請求項1から10のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

10

20

30

40

50

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0 0 0 1】

本開示は、撮像画像に基づくデータの生成に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0 0 0 2】

複数の撮像装置の撮像による複数の撮像画像から生成されたオブジェクトの二次元シルエットを表すマスク画像とカメラパラメータとを用いて、オブジェクトの三次元形状データを生成する方法がある。この方法で三次元形状データを生成する場合、三次元形状データの生成対象であるオブジェクトと撮像装置との間に障害物が存在してしまうと、オブジェクトの三次元形状の生成精度が低下することがある。

##### 【0 0 0 3】

特許文献1には、障害物が静止している構造物である場合、その構造物によってオブジェクトが遮蔽されたことにより、そのオブジェクトの三次元形状に欠損が発生することを抑制する方法が開示されている。

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0 0 0 4】

##### 【特許文献1】特開2019-106145号公報

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0 0 0 5】

観客のような静止していない人物も三次元形状データの生成対象となるオブジェクトを遮蔽する障害物となる場合がある。特許文献1の方法では、静止していない障害物によって三次元形状データの生成対象となるオブジェクトが遮蔽された場合、三次元形状に欠損が発生することを抑制することができない。

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0 0 0 6】

本開示の画像処理装置は、三次元形状データの生成対象のオブジェクトを遮蔽する可能がある他のオブジェクトであって、三次元形状データの生成対象ではない他のオブジェ

クトが存在しうる撮像画像のうち第1の領域を特定する特定手段と、前記特定手段により特定された前記第1の領域から検出された前記他のオブジェクトの領域と、前記撮像画像から検出された前記オブジェクトの領域と、に基づいて、前記オブジェクトの三次元形状データを生成する生成手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本開示の技術によれば、精度よくオブジェクトの三次元形状データを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

【図1】撮像装置の配置例を示す図。

【図2】仮想視点画像生成装置のハードウェア構成の一例を示す図。

【図3】仮想視点画像生成装置の機能構成の一例を示す図。

【図4】画像処理部における機能構成の一例を示す図。

【図5】撮像画像の一例を示す図。

【図6】画像処理部による処理を説明するためのフローチャート。

【図7】撮像画像内の遮蔽候補領域およびオブジェクト検出領域を説明するための図。

【図8】遮蔽領域を説明するための図。

【図9】前景形状マスクおよび統合マスクの一例を示す図。

【図10】視体積交差法による三次元モデルの生成方法を説明するための図。

20

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付の図面を参照して、実施形態に基づいて本開示の技術の詳細を説明する。なお、以下の実施形態で示す構成は一例に過ぎず、また本開示の技術は図示された構成に限定されるものではない。

【0010】

30

<実施形態1>

[仮想視点画像について]

複数の撮像装置を異なる位置に設置することにより複数の視点で時刻同期して撮像し、その撮像により得られた複数の画像を用いて、実際の撮像装置からの視点によらない仮想視点からの見えを表す画像を生成する方法がある。この方法によって生成された仮想視点からの見えを表す画像を仮想視点画像とよぶ。仮想視点画像によれば、ユーザは、サッカー等の競技のハイライトシーンを様々な角度から視聴閲覧することができるため、通常の撮像画像と比較してユーザに高臨場感を与えることができる。なお、仮想視点画像は、動画であっても、静止画であってもよい。以下の実施形態では、仮想視点画像は動画であるものとして説明を行う。

【0011】

40

仮想視点画像は、前景となるオブジェクトの三次元形状を表す三次元形状データ（三次元モデルともいう）を生成して三次元モデルを背景に配置し、仮想視点から見えを表すように三次元モデルに色付けを行うことで生成される。三次元モデルの生成および背景の描画には、あらかじめ姿勢を決めてキャリブレーションされ、共通の同期信号とタイムコードを入力することで時刻同期して撮像が可能な複数の撮像装置が撮像して得られた撮像画像に基づくデータが用いられる。三次元モデルの生成対象となるオブジェクトは、仮想視点の任意の角度から見ることを可能とする被写体であり、例えば、競技場のフィールド上に存在する選手である。

【0012】

50

図1は、撮像装置101a～hの設置例を示す図である。撮像装置であるカメラは、図1に示すように三次元モデルの生成対象となるオブジェクトが存在する撮像空間（競技場）全体が写るように配置される。そして、撮像装置101a～hは、固有のカメラIDと撮像装置101a～hで構成されるカメラアレイ内で共通するタイムコードとが付与され

た撮像画像を、後述する仮想視点画像生成装置 200 の入力画像として出力する。

#### 【0013】

複数の撮像装置 101a ~ h は、三次元モデルの生成対象でない障害物が写り込まない位置に設置するのが望ましい。しかしながら、配置の制約または品質のよいテクスチャ画像を得るために、三次元モデルの生成対象となるオブジェクトの近くかつ低い位置に設置される撮像装置もある。

#### 【0014】

##### [ ハードウェア構成 ]

図 2 は、複数の撮像装置の撮像画像に基づき仮想視点画像を生成する画像処理装置である仮想視点画像生成装置 200 のハードウェア構成を示す図である。仮想視点画像生成装置 200 は、CPU 201、ROM 202、RAM 203、入力 I/F 205、通信 I/F 204、及びバス 206 を有する。10

#### 【0015】

CPU 201 は、ROM 202 や RAM 203 に格納されているコンピュータプログラムやデータを用い、仮想視点画像生成装置 200 の全体を制御することで、図 3 に示す仮想視点画像生成装置 200 の各機能を実現する。また、入力 I/F 205 から入力される入力画像に対する演算処理を実現する。なお、仮想視点画像生成装置 200 は、CPU 201 と異なる 1 又は複数の専用のハードウェアを具備し、CPU 201 による処理の少なくとも一部を実行するように構成してもよい。専用のハードウェアの例としては、画像処理や制御に用いるプロセッサ、ASIC (特定用途向け集積回路)、FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ)、および DSP (デジタルシグナルプロセッサ) などがある。20

#### 【0016】

ROM 202 は、変更を必要としないプログラムなどを格納する。RAM 203 は、ROM 202 から供給されるプログラムや各機能ロックの機能を実現するために用いるデータ、及び通信 I/F 204 を介して外部から供給されるデータなどを一時記憶する。入力 I/F 205 は、SDI や HDMI (登録商標) 等の受信ユニットで、入力画像を取得する。

#### 【0017】

通信 I/F 204 は、外部の装置との通信に用いられる。例えば、仮想視点画像生成装置 200 が外部の装置と有線で接続される場合には、通信用のケーブルが通信 I/F 204 に接続される。仮想視点画像生成装置 200 が外部の装置と無線通信する機能を有する場合には、通信 I/F 204 はアンテナを備える。バス 206 は、仮想視点画像生成装置 200 の各部をつないで情報を伝達する。30

#### 【0018】

他にも、不図示の表示部および操作部の少なくとも一方が含まれていてもよいし、表示部および操作部の少なくとも一方が外部の別の装置として存在していてもよい。表示部は、例えば液晶ディスプレイや LED 等で構成され、ユーザが仮想視点画像生成装置 200 を操作するための GUI (Graphical User Interface) などを表示する。操作部は、例えばキーボードやマウス、ジョイスティック、タッチパネル等で構成され、ユーザによる操作を受けて各種の指示を CPU 201 に入力する。CPU 201 は、表示部を制御する表示制御部、及び操作部を制御する操作制御部として動作する。40

#### 【0019】

##### [ 仮想視点画像生成装置の機能構成について ]

図 3 は、仮想視点画像生成装置 200 の機能構成の一例を示す図である。仮想視点画像生成装置 200 は、取得部 301、前景抽出部 302、画像処理部 304、背景生成部 303、三次元モデル生成部 305、制御部 307、および描画部 306 を有する。

#### 【0020】

取得部 301 は、複数の撮像装置 101a ~ h が時刻同期して撮像して得られた撮像画像を取得する。

## 【0021】

前景抽出部302は、各撮像装置101a～hの撮像画像から、撮像画像に含まれるオブジェクトの領域を示す前景領域を抽出する。そして撮像画像を前景領域と非前景領域とを二値で示したマスク画像（前景形状マスクとよぶ）を生成する。また、前景となるオブジェクトのテクスチャ画像（前景テクスチャ）を生成する。前景抽出部302は、前景テクスチャおよび前景形状マスクに各撮像装置のカメラIDおよびタイムコードを付与する。そして、前景テクスチャおよび前景形状マスクを三次元モデル生成部305に出力する。

## 【0022】

撮像画像から前景を抽出する方法としては、背景差分法がある。この方法は、例えば、オブジェクトが存在しない撮像環境の状態を、背景画像として予め撮像して保持しておく。そして、撮像画像と背景画像との画素値の差分値が閾値より大きい領域を前景と判定する方法である。なお、前景を抽出する方法は背景差分情報を用いる方法に限られない。他にも、前景を抽出する方法として、視差を用いる方法、特徴量を用いる方法、または機械学習を用いる方法などが用いられてもよい。

## 【0023】

背景生成部303は、タイムコードが付与された背景画像を生成する。背景画像は、同じタイムコードの撮像画像のテクスチャを用いて生成されてもよいし、仮想視点画像の背景としたい画像のデータにタイムコードを付与することで生成されてもよい。

## 【0024】

画像処理部304は、撮像装置101a～dの夫々の撮像画像内の三次元モデルの生成対象となるオブジェクトが遮蔽されている可能性のある領域（遮蔽領域とよぶ）を決定する。そして遮蔽領域の位置および形状を示す情報である遮蔽領域情報を出力する。遮蔽領域情報には、撮像画像（フレーム）との対応付けを可能にするため撮像画像のタイムコードの情報が附加される。さらに、どの撮像装置に対応する遮蔽領域であるかを示すため撮像装置のカメラIDが附加される。画像処理部304の処理の詳細は後述する。

## 【0025】

三次元モデル生成部305は、三次元モデルの生成に利用可能なすべての撮像装置に対応する前景テクスチャ、前景形状マスク、および遮蔽領域情報のデータを取得する。前景テクスチャ、前景形状マスク、背景画像、遮蔽領域情報のそれぞれには、撮像画像のタイムコードの情報が附加されている。このため、前景テクスチャ、前景形状マスク、背景画像、および遮蔽領域情報を同期して、夫々のデータを用いた処理を行うことができる。

## 【0026】

遮蔽領域情報に遮蔽領域の情報が含まれている場合、三次元モデル生成部305は、対応する撮像装置のカメラIDが付与された前景形状マスクに、遮蔽領域情報で指定された遮蔽領域の形状をマージする。その結果得られたマスク画像を統合マスクとよぶ。三次元モデル生成部305は、統合マスクを生成する生成部としても機能する。全撮像装置に対応する統合マスクの生成が完了すると、生成した統合マスクに基づき、視体積交差法により三次元モデルを生成する。三次元モデル生成部305は、三次元モデルと前景テクスチャとを出力し、描画部306に三次元モデルの生成完了を通知する。

## 【0027】

描画部306は、背景画像、三次元モデル、前景テクスチャ、および仮想視点の情報を取得する。そして、取得した三次元モデルに対して前景テクスチャに基づき着色し、背景画像に三次元モデルを重畠させる。そして、仮想視点からの2次元座標に射影した画像を仮想視点画像として出力する。

## 【0028】

制御部307は、仮想視点画像生成装置200の各部の制御を行う。例えば、ユーザが指示した仮想視点を示す座標情報を取得して、仮想視点に対応する仮想視点画像を生成するための制御を行う。また、後述する遮蔽領域検出情報の生成および出力をする。

## 【0029】

10

20

30

40

50

### [ 画像処理部の機能構成 ]

図4は、画像処理部304の機能の一例を示すブロック図である。画像処理部304は、領域設定部401、オブジェクト検出部402、遮蔽領域決定部403を有する。

#### 【 0 0 3 0 】

領域設定部401は、遮蔽領域検出条件を参照し、遮蔽オブジェクトを検出する対象となる撮像画像内の領域を設定する。

#### 【 0 0 3 1 】

図5は、撮像装置101a～dのうちのいずれか撮像装置の撮像画像の一例を示す図である。図5(a)はカメラキャリプレーションのために撮像して得られた撮像画像503を示す図であり、選手および観客がいない状態で撮像空間である競技場を撮像して得られた撮像画像である。撮像画像内には、背景として観客席領域501、コート502が含まれる。

10

#### 【 0 0 3 2 】

図5(b)は、競技中の撮像空間を撮像して得られた撮像画像513を示す図である。即ち、撮像画像513は、仮想視点画像の生成に用いられる前景形状マスク等のデータを生成するための撮像画像の一例である。撮像画像内には、選手504、505、および観客506～512が含まれる。このうち、選手505、505のみを前景オブジェクトとして三次元モデルの生成対象とする場合、撮像装置の位置によっては、観客506、507のような他のオブジェクトによって前景オブジェクトの一部が遮蔽されてしまう。このように、観客のような形状や配置の変化するオブジェクトであって、三次元モデルの生成対象である前景オブジェクト(選手)と撮像装置の間に存在する可能性があるオブジェクトを遮蔽オブジェクトと呼ぶ。遮蔽オブジェクトは、人物に限られない、姿勢や位置が変わら機材等も遮蔽オブジェクトとなり得る。

20

#### 【 0 0 3 3 】

領域設定部401は、遮蔽オブジェクトを検出する対象となる撮像画像内の領域(オブジェクト検出領域とよぶ)の位置および形状の情報が含まれる遮蔽オブジェクト検出情報を出力する。他にも、遮蔽オブジェクト検出情報には、遮蔽オブジェクトの検出手法や、抽出したオブジェクトの有効性を判定するために利用するフィルタリングパラメータが含まれていてもよい。

30

#### 【 0 0 3 4 】

オブジェクト検出部402は、撮像画像内のオブジェクト検出領域からオブジェクトを検出し、検出したオブジェクトから遮蔽オブジェクトの検出を行う。

#### 【 0 0 3 5 】

遮蔽領域決定部403は、検出された遮蔽オブジェクトに基づき、前景オブジェクトを遮蔽する可能性のある領域である遮蔽領域を決定する。領域設定部401、オブジェクト検出部402、および遮蔽領域決定部403の処理の詳細は、フローチャートを用いて説明する。

#### 【 0 0 3 6 】

### [ 画像処理部の処理の詳細 ]

図6は、画像処理部304の処理の一例を説明するためのフローチャートである。図6のフローチャートで示される一連の処理は、仮想視点画像生成装置200のCPUがROMに記憶されているプログラムコードをRAMに展開し実行することにより行われる。また、図6におけるステップの一部または全部の機能をASICや電子回路等のハードウェアで実現してもよい。なお、各処理の説明における記号「S」は、当該フローチャートにおけるステップであることを意味する。

40

#### 【 0 0 3 7 】

以下のステップは、撮像装置101a～dが撮像して得られた撮像画像に対してそれを行われるが、以下の説明では、撮像装置101a～dのうちの何れかの撮像装置の撮像画像を入力画像とした場合の処理についての説明を行う。

#### 【 0 0 3 8 】

50

動画像の場合は、動画像を構成するフレームを取得することに以下のフローチャートの処理が繰り返し行われる。なお、次フレーム以降の処理は、S 6 0 1 および S 6 0 2 の少なくとも一方はスキップしてもよい。

#### 【 0 0 3 9 】

S 6 0 1 において領域設定部 4 0 1 は、遮蔽候補領域検出情報に基づき、入力画像における遮蔽候補領域の位置および形状を決定する。遮蔽オブジェクトが存在する可能性がある入力画像内の領域を遮蔽候補領域と呼ぶ。

#### 【 0 0 4 0 】

図 7 ( a ) の入力画像 7 0 1 から遮蔽候補領域を決定する場合、例えば、遮蔽オブジェクトとなる観客が存在する可能性のある客席の領域が遮蔽候補領域として決定される。この場合、図 7 ( b ) に示すように、客席に対応する斜線の領域が遮蔽候補領域 7 0 2 として設定される。

#### 【 0 0 4 1 】

制御部 3 0 7 が、キャリブレーションの完了後に画像処理部 3 0 4 にキャリブレーション用いた撮像画像を供給し、画像処理部 3 0 4 に遮蔽候補領域の設定を含む初期化を指示することで、遮蔽候補領域の設定処理が実行される。初期化指示には、遮蔽オブジェクトの検出に利用するパラメータが含まれる。

#### 【 0 0 4 2 】

遮蔽候補領域は、例えば、撮像装置と前景オブジェクト（選手）の間に写り込む可能性のある遮蔽オブジェクトとなる障害物の可動領域が既知である場合は、その障害物の可動領域に基づき設定される。または、遮蔽候補領域は、障害物が写り込まない領域に基づき、障害物が写り込まない領域以外の領域から設定されてもよい。障害物の可動領域は、撮像装置 1 0 1 a ~ d の配置から推定可能である。例えば、前景オブジェクトとカメラとの間に通行人が通行するエリアや機材を配置するエリアが存在する場合、通行人や機材が写り込む可能性がある入力画像内の領域は障害物の可動領域である。障害物の可動領域は、形状検出した障害物の特性に応じて可動範囲を推定する方法を用いて決定されてもよい。また、遮蔽候補領域の設定には、ある一定期間、形状が変化しない領域は背景の領域であるものとして推定する方法が用いられてもよい。

#### 【 0 0 4 3 】

領域設定部 4 0 1 は、観客席の手すりの形状や観客席を示す色等の情報を用いて遮蔽候補領域を設定してもよい。例えば、撮像対象がラグビー等の競技場である場合、フィールドにひかれたサイドラインに基づき、遮蔽候補領域が設定されてもよい。この場合、例えば、サイドラインよりも外側の一定距離の範囲も三次元モデルの生成対象の範囲となるので、遮蔽候補領域は三次元モデルの生成対象の範囲よりも外側の領域に設定される。

#### 【 0 0 4 4 】

撮像空間の色等の情報に基づき遮蔽候補領域を設定できるようするには、領域設定部 4 0 1 が遮蔽候補領域の検出に利用する動作モード、またはパラメータ等を遮蔽領域検出情報または外部からの制御指示に含めるように構成しておけばよい。

#### 【 0 0 4 5 】

なお、位置および姿勢が固定された撮像装置と前景オブジェクト（選手）との間に、形状の変化がない柱や梁の一部が写り込むような場合、柱や梁は常に遮蔽オブジェクトとして扱うことができる。この場合、撮像画像における柱や梁の形状を前景領域として表すマスク画像または柱や梁の形状を表す座標情報と、その柱や梁の領域を遮蔽候補領域に含めないことを示すフラグを遮蔽領域検出情報に含めてよい。また、柱や梁の形状を表すマスク画像は、前景形状マスクに統合して統合マスクを生成するために用いられてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

カメラの画角、姿勢は固定されているので、最初に遮蔽候補領域を設定すれば、原則として常に同じ遮蔽候補領域が設定される。このため次フレーム以降の処理では S 6 0 1 はスキップしてもよい。

#### 【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

S 6 0 2において領域設定部 4 0 1は、撮像画像から遮蔽オブジェクトを検出する領域（オブジェクト検出領域）を、遮蔽候補領域に基づき設定する。そしてオブジェクト検出領域の位置および形状を示す形状情報を保存する。

#### 【 0 0 4 8 】

図 7 ( c ) および図 7 ( d ) は、図 7 ( b ) の遮蔽候補領域 7 0 2 に基づき設定されたオブジェクト検出領域の一例を示す図である。図 7 ( c ) および図 7 ( d ) における縦線の領域がオブジェクト検出領域 7 0 3 、 7 0 4 である。

#### 【 0 0 4 9 】

図 7 ( b ) の遮蔽候補領域 7 0 2 をそのままオブジェクト検出領域に設定されると、観客が立ち上がった場合、遮蔽オブジェクトである観客が、遮蔽候補領域 7 0 2 の範囲外にはみ出して、選手が遮蔽される可能性がある。このため、図 7 ( c ) および図 7 ( d ) のオブジェクト検出領域 7 0 3 、 7 0 4 は、図 7 ( b ) の遮蔽候補領域 7 0 2 に予備領域を加えた領域に基づき設定されている。

10

#### 【 0 0 5 0 】

また、遮蔽候補領域の形状が複雑な場合、または多数の遮蔽候補領域が散在する場合は、全ての遮蔽候補領域の形状に応じた予備領域を算出して選手が遮蔽される可能性がある領域を算出することが難しい場合がある。このため、図 7 ( d ) に示すように、例えば、点線の矩形が示すように画像内を 1 2 個の矩形領域に予め分割する。そして、 1 2 個の矩形領域のうち、遮蔽候補領域または遮蔽候補領域の予備領域を含む矩形領域をオブジェクト検出領域として設定してもよい。

20

#### 【 0 0 5 1 】

遮蔽オブジェクトの可動領域が遮蔽候補領域として設定された場合は、遮蔽候補領域がそのままオブジェクト検出領域として設定されてもよい。この場合、遮蔽オブジェクトの可動領域から検出したオブジェクトのみを遮蔽オブジェクトとして扱うように構成されてもよい。

#### 【 0 0 5 2 】

S 6 0 3においてオブジェクト検出部 4 0 2 は、S 6 0 2 で設定されたオブジェクト検出領域からオブジェクトを検出する。

#### 【 0 0 5 3 】

図 8 ( a ) は、本ステップの処理結果を示す図である。図 8 ( a ) は、図 5 ( b ) の入力画像における、図 7 ( c ) のオブジェクト検出領域 7 0 3 から検出されたオブジェクトの検出結果を示している。バウンディングボックス 8 0 1 ~ 8 0 7 は、検出されたオブジェクト（観客 5 0 6 ~ 5 1 2 ）が含まれる領域を示している。このように検出されたオブジェクトをバウンディングボックスで表してもよい。

30

#### 【 0 0 5 4 】

オブジェクト検出部 4 0 2 は、例えば、色または形状を使用してオブジェクトを検出する。オブジェクト検出領域から物体検出した結果を用いてオブジェクトを検出してもよい。物体検出の方法は、例えば、前述した背景差分法がある。

#### 【 0 0 5 5 】

物体検出を行った場合、過去の入力画像におけるオブジェクト検出領域に対して物体検出を行った結果得られたバウンディングボックスを履歴として保存していくてもよい。この場合、バウンディングボックスの大きさや形状が変化した場合、変化がある領域をオブジェクトの検出に用いてもよい。

40

#### 【 0 0 5 6 】

または、オブジェクト検出部 4 0 2 は、あらかじめ所定の期間の履歴を蓄積しておいて、蓄積した履歴を用いてオブジェクトを検出してもよい。履歴は、入力画像、または入力画像に対して縮小や物体検出、統計処理等の所定の画像処理をかけた結果を履歴として用いてよい。蓄積した履歴画像または過去の入力画像に対する画像処理の結果と入力画像または入力画像に対する画像処理の結果との差分を一定期間観測することで、オブジェクトの有無を推定できる。例えば、オブジェクト検出領域の画素値の頻度を表すヒストグラム

50

を図 7 ( d ) の矩形領域ごとに計算しておく。そして、直前のフレームまでの最頻値と入力画像の最頻値の差が一定以上の値になった場合は、該当する領域をオブジェクトの領域として検出してもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

S 6 0 4においてオブジェクト検出部 4 0 2は、フィルタリングパラメータが利用可能かを判定する。

#### 【 0 0 5 8 】

フィルタリングパラメータが利用可能である場合 ( S 6 0 4 が Y E S ) 、 S 6 0 5 に進む。 S 6 0 5 においてオブジェクト検出部 4 0 2 は、フィルタリングパラメータに基づき、 S 6 0 3 でオブジェクト検出領域から検出されたオブジェクトのうち無効なオブジェクトを決定する。そして、無効なオブジェクトを削除する。そして S 6 0 6 に進む。  
10

#### 【 0 0 5 9 】

フィルタリングパラメータには、例えば、遮蔽オブジェクト検出対象領域から検出するオブジェクトの大きさの閾値、有効と判定するオブジェクトの色、形状に関するパラメータがある。フィルタリングパラメータをオブジェクト検出情報に含める場合、遮蔽候補領域の位置と形状情報、および被写体に応じたオブジェクト検出手法を紐づけて遮蔽領域検出情報に格納しておくとよい。

#### 【 0 0 6 0 】

S 6 0 6 においてオブジェクト検出部 4 0 2 は、オブジェクト検出領域から検出されたオブジェクトのうち無効とされなかったオブジェクトを、遮蔽オブジェクトとして決定する。遮蔽オブジェクトのデータ形式は、検出した遮蔽オブジェクトの形状を示すマスク画像、検出した遮蔽オブジェクトを含むバウンディングボックスの位置およびサイズ情報を示すデータでもよい。  
20

#### 【 0 0 6 1 】

フィルタリングパラメータが利用可能でない場合 ( S 6 0 4 が N O ) 、 S 6 0 5 はスキップして S 6 0 6 に進む。即ち、オブジェクト検出部 4 0 2 は、 S 6 0 3 でオブジェクト検出領域から検出された全てのオブジェクトを遮蔽オブジェクトとして決定する。

#### 【 0 0 6 2 】

S 6 0 7 において遮蔽領域決定部 4 0 3 は、オブジェクト検出領域のうち、遮蔽オブジェクトが含まれる領域を遮蔽領域として決定して、遮蔽領域の位置およびサイズを示す遮蔽領域情報を生成する。  
30

#### 【 0 0 6 3 】

図 8 ( a ) のバウンディングボックス 8 0 1 ~ 8 0 7 で示す検出されたオブジェクトが全て遮蔽オブジェクトとして決定されたとする。この場合、図 8 ( b ) に示すようにバウンディングボックスの領域をそのまま遮蔽領域 8 1 1 ~ 8 1 7 として決定してもよい。図 8 ( b ) のように遮蔽領域をバウンディングボックスとして示した場合、遮蔽領域を示す遮蔽領域情報のデータ量を低減することができる。このため、通信 I / F の実装の制約等により、遮蔽領域情報の出力にかかる通信負荷を低減したい場合は、図 8 ( b ) のように遮蔽領域を決定すればよい。

#### 【 0 0 6 4 】

または、図 8 ( c ) に示すように、あらかじめ入力画像を所定の矩形領域に分割していく、遮蔽オブジェクトが検出された領域を含む矩形領域の集合を遮蔽領域 8 2 0 として決定してもよい。遮蔽領域の形状は、ほかにも、遮蔽オブジェクトの形状に膨張処理をかけた形状に基づき決定されてもよい。  
40

#### 【 0 0 6 5 】

遮蔽領域情報は、前景形状マスクと同様のマスク画像として生成されてもよい。その場合、遮蔽領域を前景領域として表し、遮蔽領域以外の領域を非前景領域に分割することで、撮像画像内の遮蔽領域を表すマスク画像を生成すればよい。

#### 【 0 0 6 6 】

S 6 0 8 において遮蔽領域決定部 4 0 3 は、遮蔽領域情報を保存する。  
50

**【 0 0 6 7 】**

一方、前景抽出部 302 は、図 5 (b) の撮像画像 513 を入力画像とした場合、図 5 (a) のオブジェクトが含まれない背景画像（撮像画像 503）との差分に基づき前景を抽出して、前景形状マスクを生成する。

**【 0 0 6 8 】**

図 9 (a) は、図 5 (b) の撮像画像から前景を抽出することで生成された前景形状マスクである。図 9 (a) では、白の領域が前景領域を示し、黒の領域が前景以外の領域である非前景領域を示している。

**【 0 0 6 9 】**

三次元モデル生成部 305 は、図 6 のフローチャートの S608 で保存された遮蔽領域情報が示す遮蔽領域と、前景抽出部 302 が生成した前景形状マスクを統合して統合マスクを生成する。10

**【 0 0 7 0 】**

図 9 (b)、(c) は、統合マスクの一例を示す図である。図 9 (b)、(c) の統合マスクは、前景領域である領域を白色の領域で示し、それ以外の非前景領域を黒で表している。

**【 0 0 7 1 】**

図 5 (b) の撮像画像から図 9 (a) の前景形状マスクが生成され、また図 5 (b) の撮像画像から図 8 (b) に示す遮蔽領域 811 ~ 817 が決定された場合、三次元モデル生成部 305 によって図 9 (b) に示す統合マスクが生成される。20

**【 0 0 7 2 】**

また図 5 (b) の撮像画像から図 8 (c) に示す遮蔽領域 820 が決定された場合、三次元モデル生成部 305 によって、図 9 (c) に示す統合マスクが生成される。なお、図 8 (c) のように予め分割された領域のうちの何れかを遮蔽領域として決定した場合、遮蔽領域を用いた統合マスクの生成処理の負荷を低減することができる。

**【 0 0 7 3 】**

そして、三次元モデル生成部 305 は、複数の撮像装置に対応する前景形状マスクの代わりに統合マスクを用いて、視体積交差法により前景オブジェクトの三次元モデルを生成する。

**【 0 0 7 4 】**

図 10 は、視体積交差法の基本原理を示す図である。図 10 (a) は、前景オブジェクトである対象物体 C を撮像装置が撮像したときの図である。対象物体 C を撮像して得られる撮像画像と背景画像との色または輝度の差分に基づき二値化することで対象物体 C の二次元シルエット（前景領域）が含まれるマスク画像が得られる。30

**【 0 0 7 5 】**

図 10 (b) は、撮像装置の投影中心 (Pa) から二次元シルエット Da の輪郭上の各点を通すように、三次元空間中に広がる錐体を示す図である。この錐体のことを当該撮像装置による視体積 Va と呼ぶ。図 10 (c) は複数の視体積により前景オブジェクトの三次元モデルが求まる様子を示す図である。図 10 (c) のように、位置が異なる複数の異なる撮像装置によって同期して撮像された画像に基づく二次元シルエット Da から、撮像装置ごとの複数の視体積を求める。視体積交差法による三次元モデルの生成では、複数の撮像装置に対応する視体積の交差（共通領域）を求ることによって、対象物体の三次元モデルが生成される。40

**【 0 0 7 6 】**

三次元モデルはボクセルの集合で表される。具体的には、生成対象空間を微小の直方体であるボクセルで敷き詰める。そして、生成対象空間の個々のボクセルを各々の撮像装置 101 の平面に逆投影した時、全ての撮像装置 101 のマスク画像における前景領域の内部に逆投影されるボクセルは前景として残し、それ以外は削除する処理が行われる。このように、マスク画像の前景領域に収まらなかったボクセルを削ることで、前景オブジェクトの三次元モデルがボクセルによって生成される。50

## 【0077】

本実施形態では、遮蔽領域を前景領域として前景形状マスクにマージした統合マスクを用いることにより、マスク画像内の前景オブジェクトが遮蔽された領域を前景領域とすることができます。このため、前景領域を多く残すことができる。よって、三次元モデルの生成対象となる選手が遮蔽された場合でも、選手を構成すべきボクセルが不要に削られることを抑制することができる。

## 【0078】

なお、遮蔽領域情報は、遮蔽領域情報とタイムコードが一致する入力画像から前景を抽出するために用いられてもよい。例えば、図9(a)の前景形状マスクは、入力画像の全面から前景を抽出することで生成された前景形状マスクであるが、他にも、前景抽出部302は、入力画像のうち遮蔽領域以外の領域から前景を抽出して前景形状マスクを生成してもよい。その場合、遮蔽領域を前景領域とすることによって、統合マスクと同じ画像が生成されることから、統合マスクを生成する処理負荷を低減することができる。また、前景抽出部302による前景を抽出する対象の領域が小さくなるため、前景抽出部302による前景抽出の処理負荷が低減される。また、三次元モデルの生成対象となる前景オブジェクトを優先的に抽出することができる。

10

## 【0079】

遮蔽領域情報は、背景生成部303が、遮蔽領域情報とタイムコードが一致する背景画像を生成するためにも用いられてよい。例えば、撮像画像のうち遮蔽領域情報として指定された領域に対応する画像を背景テクスチャの更新に用いてもよい。

20

## 【0080】

前景オブジェクト(選手)に近い位置に存在する観客またはスタッフ等が複数の撮像装置に写り込んで前景オブジェクト(選手)を遮蔽する場合、事前に観客またはスタッフ等の位置および形状を取得することができないことが多い。このような場合は、精度の高い三次元モデルを生成するためには、撮像装置の台数を増やしたり、障害物によって選手が遮蔽されない位置に撮像装置を設置したりする必要がある。本実施形態によれば、三次元モデルの生成対象となる前景オブジェクト(選手)と撮像装置との間に、静止していない障害物がある場合でも、その障害物により前景オブジェクト(選手)の三次元モデルに欠損が発生することを抑制することができる。

30

## 【0081】

なお、撮像画像上の障害物の可動領域をすべて遮蔽領域(前景領域)としてマスク画像を生成して三次元モデルを生成することをも考えられる。しかしながら、この場合は、前景の三次元モデルの生成に有効な前景領域および非前景領域が得られる領域が小さくなってしまう。一方、本実施形態では、障害物の可動領域であるオブジェクト検出領域のうちの一部を遮蔽領域とするため、三次元モデルの生成に有効な前景領域および非前景領域が得られる領域が小さくなることを抑制することができる。

40

## 【0082】

## &lt;その他の実施形態&gt;

上述した実施形態では、仮想視点画像生成装置200が、三次元モデルおよび仮想視点画像を生成するものとして説明したが、仮想視点画像生成装置200に含まれる機能は、仮想視点画像生成装置200とは異なる1つ以上の装置により実現されてもよい。例えば、前景の抽出、遮蔽領域情報を生成する画像処理、三次元モデルの生成、仮想視点画像の生成のそれぞれの処理はそれぞれ異なる装置によって行われる形態でもよい。

## 【0083】

本開示は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

## 【符号の説明】

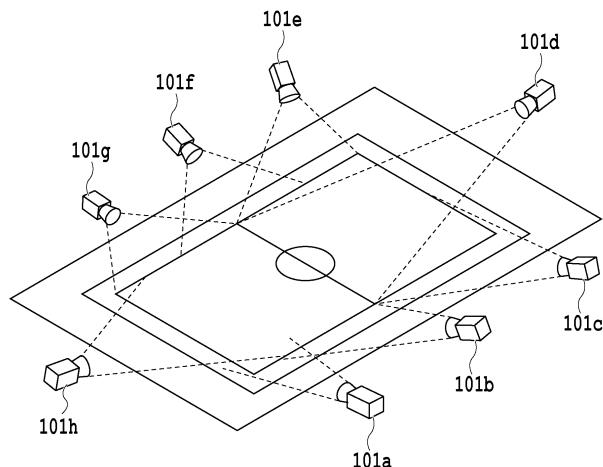
## 【0084】

50

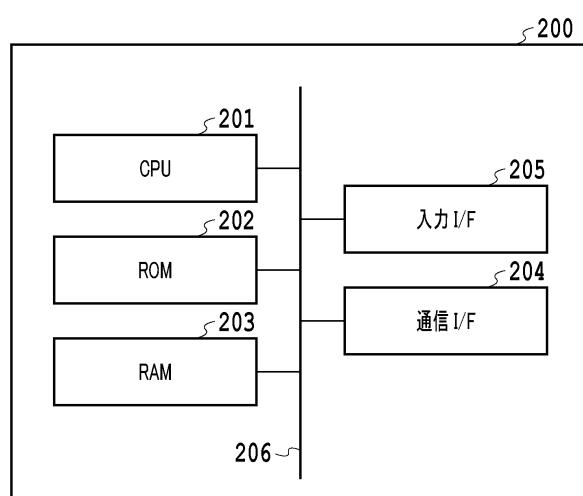
2 0 0 仮想視点画像生成装置  
 4 0 1 領域設定部  
 4 0 2 オブジェクト検出部  
 4 0 3 遮蔽領域決定部

【図面】

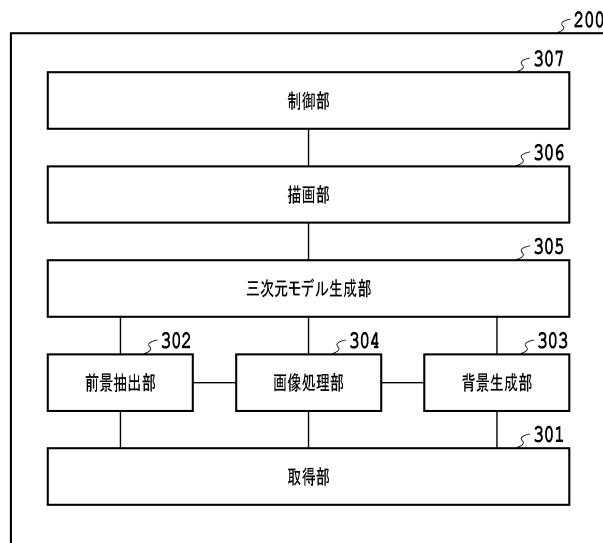
【図 1】



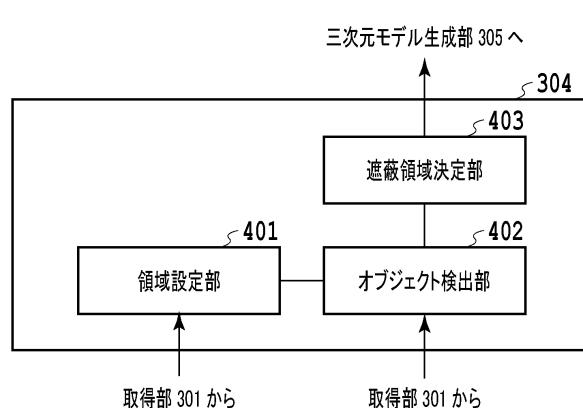
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

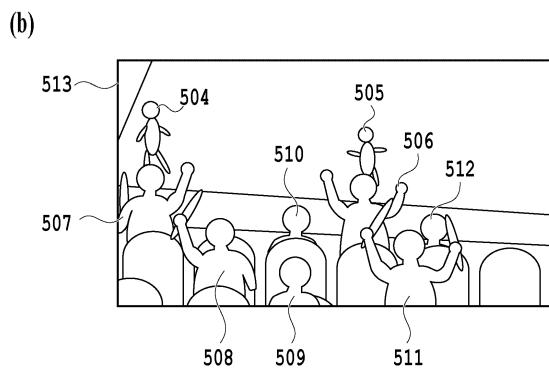
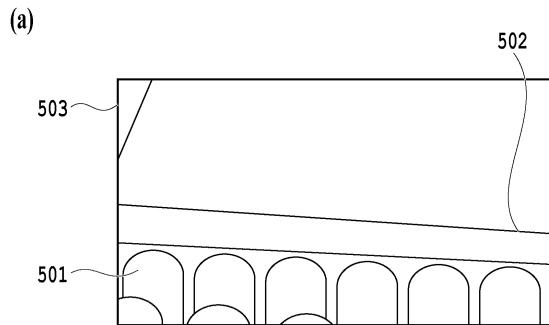
20

30

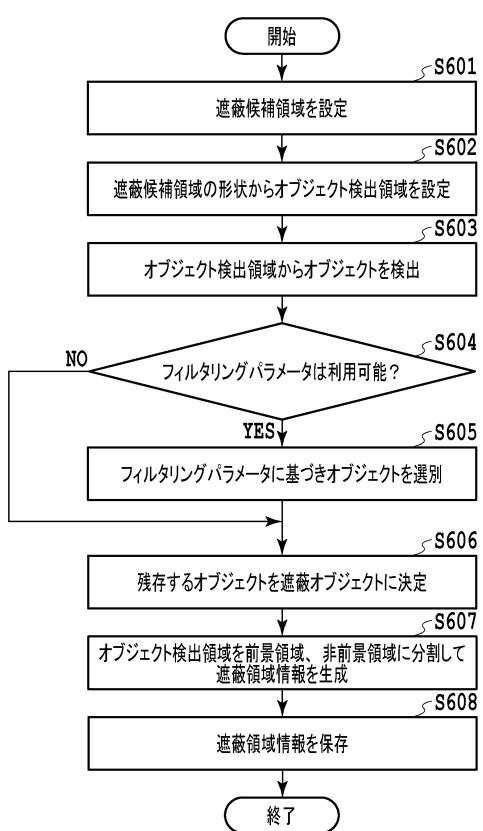
40

50

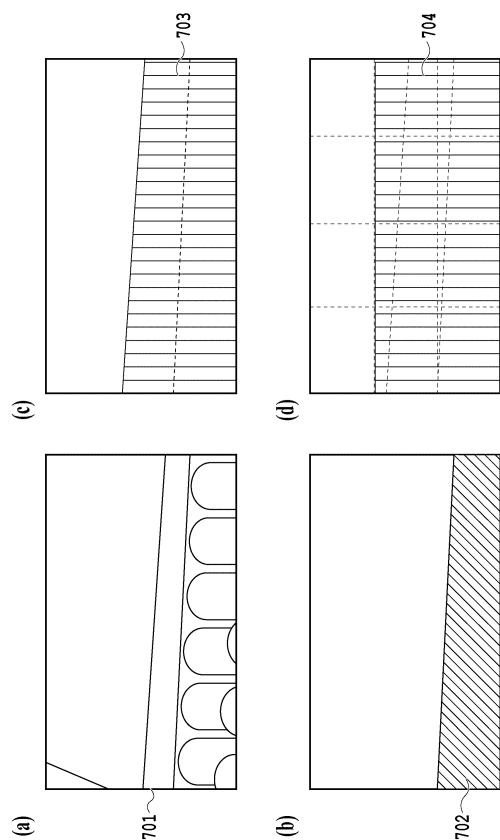
【図5】



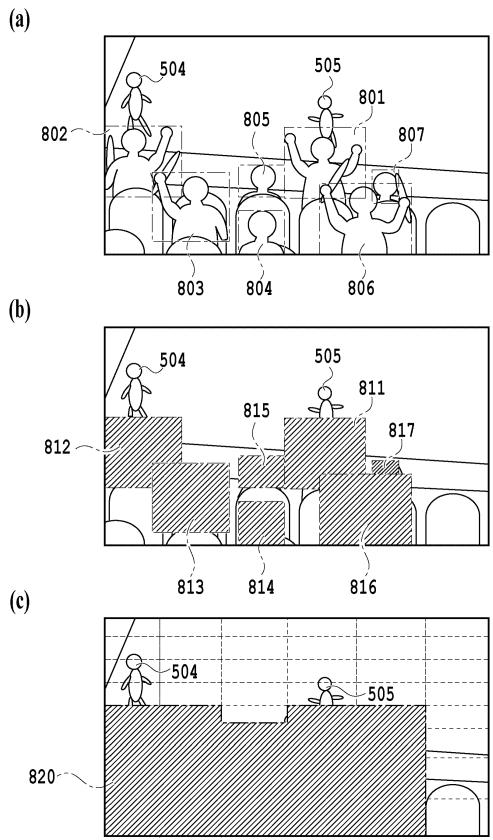
【図6】



【図7】



【図8】



10

20

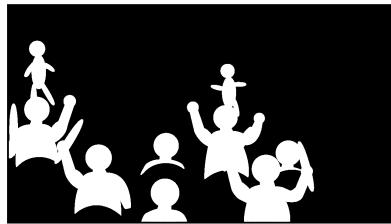
30

40

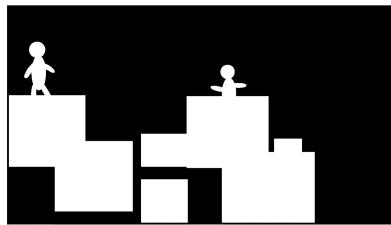
50

【図9】

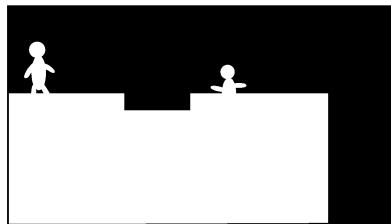
(a)



(b)

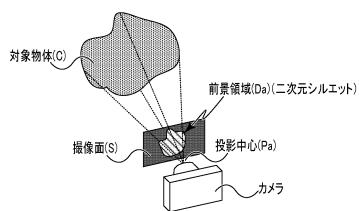


(c)

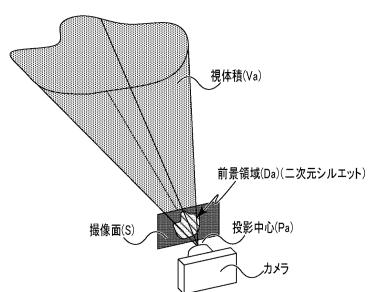


【図10】

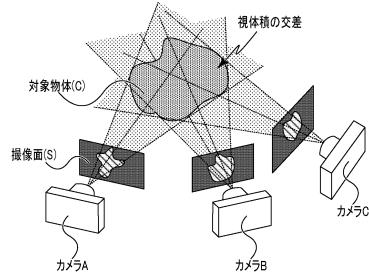
(a)



(b)



(c)



10

20

30

40

50