

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-86983
(P2020-86983A)

(43) 公開日 令和2年6月4日(2020.6.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
G06T	15/20	(2011.01)	G06T	15/20	500	5B050	
G06T	19/00	(2011.01)	G06T	19/00	A	5B080	
H04N	5/232	(2006.01)	H04N	5/232	290	5C122	

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2018-220906 (P2018-220906)
(22) 出願日 平成30年11月27日 (2018.11.27)

(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 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 梅村 直樹
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) 5B050 BA09 BA12 BA13 CA07 DA07
DA10 EA07 EA12 EA18 EA19
EA27 EA28 FA02 GA08
5B080 AA13 AA19 BA02 BA07 CA01
DA06 FA08 GA00

最終頁に続く

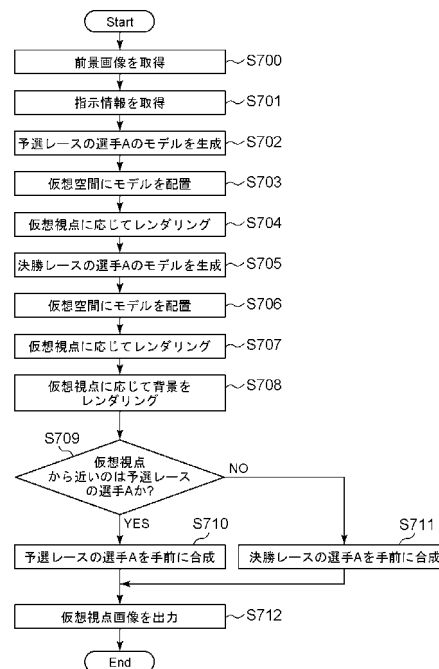
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の撮影対象の比較が容易な仮想視点画像を提供する。

【解決手段】 画像生成部120は、複数の方向からの第1の撮影に基づくデータと、第1の撮影とは撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の方向からの第2の撮影に基づくデータとを、記憶部118から取得する。また、画像生成部120は、仮想視点の位置及び方向を示す視点情報を指示部119から取得する。そして画像生成部120は、第1の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と第2の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像とを含む仮想視点画像を、記憶部118から取得したデータに基づいて生成する。ここで生成される仮想視点画像は、指示部119から取得した視点情報に応じた仮想視点画像となる。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の方向からの第 1 の撮影に基づくデータを取得する第 1 データ取得手段と、
前記第 1 の撮影とは撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の方向からの第 2 の撮影に基づくデータを取得する第 2 データ取得手段と、
仮想視点の位置及び方向を示す視点情報を取得する視点取得手段と、
前記視点取得手段により取得される視点情報に応じた仮想視点画像であって、前記第 1 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と前記第 2 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像とを含む仮想視点画像を、前記第 1 データ取得手段により取得されるデータと前記第 2 データ取得手段により取得されるデータとに基づいて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。

10

【請求項 2】

前記第 1 データ取得手段により取得されるデータは、前記第 1 の撮影において撮影されたオブジェクトの 3 次元形状データと、前記第 1 の撮影における撮影画像から抽出されたオブジェクトの画像との、少なくとも何れかを含み、
前記第 2 データ取得手段により取得されるデータは、前記第 2 の撮影において撮影されたオブジェクトの 3 次元形状データと、前記第 2 の撮影における撮影画像から抽出されたオブジェクトの画像との、少なくとも何れかを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 3】

前記第 1 データ取得手段はさらに、前記第 1 の撮影の撮影時刻に関する情報と第 1 イベントの発生時刻に関する情報とを取得し、
前記第 2 データ取得手段はさらに、前記第 2 の撮影の撮影時刻に関する情報と第 2 イベントの発生時刻に関する情報とを取得し、
前記生成手段は、前記第 1 データ取得手段により取得された情報と前記第 2 データ取得手段により取得された情報とに基づいて前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記生成手段は、前記第 1 データ取得手段により取得されたデータであって前記第 1 イベントの発生時刻から特定時間後の撮影時刻に対応するデータと、前記第 2 データ取得手段により取得されたデータであって前記第 2 イベントの発生時刻から前記特定時間後の撮影時刻に対応するデータとを用いて、前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 5】

前記生成手段は、前記第 1 データ取得手段により取得されたデータであって前記第 1 イベントの発生時刻を基準とする特定の長さの期間における撮影に基づくデータと、前記第 2 データ取得手段により取得されたデータであって前記第 2 イベントの発生時刻を基準とする前記特定の長さの期間における撮影に基づくデータとを用いて、複数のフレームの前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記第 1 イベントの発生時刻と前記第 2 イベントの発生時刻は、複数の競技それぞれの開始時刻であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

40

【請求項 7】

前記第 1 データ取得手段はさらに、前記第 1 の撮影の撮影場所における第 1 オブジェクトの位置に関する情報を取得し、
前記第 2 データ取得手段はさらに、前記第 2 の撮影の撮影場所における第 2 オブジェクトの位置に関する情報を取得し、
前記生成手段は、前記第 1 データ取得手段により取得された情報と前記第 2 データ取得手段により取得された情報とに基づいて前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

50

【請求項 8】

前記第 1 データ取得手段はさらに、前記第 1 の撮影の撮影場所における基準方向および基準位置の少なくとも何れかに関する情報を取得し、

前記第 2 データ取得手段はさらに、前記第 2 の撮影の撮影場所における基準方向および基準位置の少なくとも何れかに関する情報を取得することを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記生成手段は、前記第 1 の撮影の撮影場所における基準位置と前記第 1 オブジェクトの位置との関係に応じて前記仮想視点画像における前記第 1 オブジェクトを表す画像の位置を決定し、且つ、前記第 2 の撮影の撮影場所における基準位置と前記第 2 オブジェクトの位置との関係に応じて前記仮想視点画像における前記第 2 オブジェクトを表す画像の位置を決定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 10】

前記生成手段は、前記視点取得手段により取得された視点情報に応じて生成された前記第 1 オブジェクトを表す画像と、前記第 2 の撮影の撮影場所における基準位置及び基準方向に基づいて前記視点情報を変換することで得られる変換済み視点情報に応じて生成された前記第 2 オブジェクトを表す画像とを用いて、前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記生成手段は、前記第 1 の撮影において撮影された第 1 オブジェクトの 3 次元モデルと前記第 2 の撮影において撮影された第 2 オブジェクトの 3 次元モデルとを同一の仮想空間に配置してレンダリングを行うことで、前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 12】

前記生成手段は、前記第 1 の撮影における前記第 1 オブジェクトの位置に対応する前記仮想空間内の位置に前記第 1 オブジェクトの 3 次元モデルを配置し、前記第 2 の撮影における前記第 2 オブジェクトの位置に対応する前記仮想空間内の位置から所定量離れた位置に前記第 2 オブジェクトの 3 次元モデルを配置することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記生成手段は、前記第 1 オブジェクトの 3 次元モデルと前記第 2 オブジェクトの 3 次元モデルとを前記仮想空間において重ならないように配置することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 14】

前記生成手段により生成される仮想視点画像は、前記第 1 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と、前記第 2 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と、前記第 1 の撮影および前記第 2 の撮影の少なくとも何れかにおいて撮影された背景を表す画像とを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

前記生成手段により生成される仮想視点画像は、前記第 1 の撮影と前記第 2 の撮影とのそれぞれにおける同一人物の画像を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

40

【請求項 16】

前記視点取得手段により取得される視点情報は、ユーザによる操作に応じて決定された仮想視点の位置及び方向を示すことを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 17】

前記第 1 データ取得手段により取得されるデータと前記第 2 データ取得手段により取得されるデータとは、それぞれ異なるカメラ群による撮影に基づくデータであることを特徴とする請求項 1 乃至 16 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

50

【請求項 18】

前記第1データ取得手段により取得されるデータと前記第2データ取得手段により取得されるデータとは、同一のカメラ群による撮影に基づくデータであることを特徴とする請求項1乃至16の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項 19】

複数の方向からの第1の撮影に基づくデータを取得する第1データ取得工程と

前記第1の撮影とは撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の方向からの第2の撮影に基づくデータを取得する第2データ取得工程と、

仮想視点の位置及び方向を示す視点情報を取得する視点取得工程と、

前記視点取得工程により取得される視点情報に応じた仮想視点画像であって、前記第1の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と前記第2の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像とを含む仮想視点画像を、前記第1データ取得工程において取得されるデータと前記第2データ取得工程において取得されるデータとに基づいて生成する生成工程と、を有することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 20】

前記第1データ取得工程において取得されるデータは、前記第1の撮影において撮影されたオブジェクトの3次元形状データと、前記第1の撮影における撮影画像から抽出されたオブジェクトの画像との、少なくとも何れかを含み、

前記第2データ取得工程において取得されるデータは、前記第2の撮影において撮影されたオブジェクトの3次元形状データと、前記第2の撮影における撮影画像から抽出されたオブジェクトの画像との、少なくとも何れかを含むことを特徴とする請求項19に記載の画像処理方法。

20

【請求項 21】

前記生成工程は、前記第1の撮影において撮影された第1オブジェクトの3次元モデルと前記第2の撮影において撮影された第2オブジェクトの3次元モデルとを同一の仮想空間に配置してレンダリングを行うことで、前記仮想視点画像を生成することを特徴とする請求項19又は20に記載の画像処理方法。

【請求項 22】

コンピュータを、請求項1乃至18の何れか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。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の撮影装置により取得される複数の画像に基づいて生成される仮想視点画像に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

複数の撮影装置（カメラ）を異なる位置に設置して多視点で同期撮影し、当該撮影により得られた複数の画像を用いて、視点を任意に変更可能な仮想視点画像を生成する技術がある。例えば、サッカーやバスケットボールなどのスポーツ競技を撮影した複数の画像に基づいて、ユーザにより設定された視点に応じた仮想視点画像を生成することにより、ユーザは様々な角度から競技を観戦することができる。このような仮想視点画像によれば、通常の撮影画像を表示する場合と比較して、視聴者に多様な視聴体験を提供することができる。

40

【0003】

特許文献1には、複数の推奨視点の情報をメタデータとして仮想視点画像に付加しておくことで、推奨される視点を容易に切り替えながら仮想視点画像を再生できるようにすることが記載されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 5 - 1 8 7 7 9 7 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 】

しかしながら、従来の仮想視点画像からは、撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の撮影対象を比較することは容易でなかった。例えば、陸上競技の 1 0 0 m 走を撮影して仮想視点画像を生成する場合に、ユーザが特定の選手の予選と決勝の走りを比較したい場合が考えられる。この場合に、予選と決勝それぞれの仮想視点画像が別々に表示され、それぞれについて仮想視点を設定することになると、表示画像からの比較がしづらい上に仮想視点の操作が複雑になり、ユーザにとって不便である。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の撮影対象の比較が容易な仮想視点画像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 】

【 0 0 0 7 】

上記の課題を解決するため、本発明に係る画像処理装置は、例えば以下の構成を有する。すなわち、複数の方向からの第 1 の撮影に基づくデータを取得する第 1 データ取得手段と、前記第 1 の撮影とは撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の方向からの第 2 の撮影に基づくデータを取得する第 2 データ取得手段と、仮想視点の位置及び方向を示す視点情報を取得する視点取得手段と、前記視点取得手段により取得される視点情報に応じた仮想視点画像であって、前記第 1 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像と前記第 2 の撮影において撮影されたオブジェクトを表す画像とを含む仮想視点画像を、前記第 1 データ取得手段により取得されるデータと前記第 2 データ取得手段により取得されるデータとに基づいて生成する生成手段と、を有する。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の撮影対象の比較が容易な仮想視点画像を提供できる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 画像処理システムの構成例を示す図である。

【 図 2 】 カメラシステムの配置例を示す図である。

【 図 3 】 画像生成部のハードウェア構成例を示す図である。

【 図 4 】 画像処理システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【 図 5 】 画像処理システムにおいて生成される画像の例を示す図である。

【 図 6 】 画像生成部の動作の一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 撮影対象のオブジェクトの動きについて説明するための図である。

【 図 8 】 仮想視点とオブジェクトとの位置関係の一例を示す図である。

40

【 図 9 】 生成される仮想視点画像の一例を示す図である。

【 図 1 0 】 画像処理システムの構成例を示す図である。

【 図 1 1 】 複数の異なる撮影場所の例を示す図である。

【 図 1 2 】 画像処理システムにおいて処理されるデータ形式の例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

[画像処理システムの構成]

図 1 は、画像処理システム 1 0 の構成例を示す図である。画像処理システム 1 0 は、複数のカメラによる撮影に基づく複数の画像と、指定された仮想視点とに基づいて、指定された仮想視点からの見えを表す仮想視点画像を生成するシステムである。本実施形態にお

50

ける仮想視点画像は、自由視点画像とも呼ばれるものであるが、ユーザが自由に（任意に）指定した視点に対応する画像に限定されず、例えば複数の候補からユーザが選択した視点に対応する画像なども仮想視点画像に含まれる。また、本実施形態では仮想視点の指定がユーザ操作により行われる場合を中心に説明するが、仮想視点の指定が画像解析の結果等に基づいて画像処理システム10により自動で行われてもよい。また、本実施形態では仮想視点画像が動画である場合を中心に説明するが、画像処理システム10により処理される仮想視点画像は静止画であってもよい。

【0011】

本実施形態において画像処理システム10により生成される仮想視点画像は、仮想視点から現実の空間を見た様子を忠実に表すものに限らない。画像処理システム10は、撮影時刻と撮影場所との少なくとも何れかが異なる複数の撮影状況において撮影された複数のオブジェクトを含む仮想視点画像を生成する。以下ではそのような画像処理システム10について説明する。

10

【0012】

画像処理システム10は、カメラシステム110aからカメラシステム110jまでの10セットのカメラシステムを有する。そして、各カメラシステムが内部配線で接続されたカメラとカメラアダプタとを1台ずつ有する。ただし、画像処理システム10に含まれるカメラシステムの数は図1に示す例に限定されない。以下では、各カメラシステムを区別しない場合は単にカメラシステム110と表記する。同様に、各カメラ及び各カメラアダプタを区別しない場合はカメラ111及びカメラアダプタ112のように表記し、区別する場合はカメラ111a及びカメラアダプタ112aのように表記する。カメラシステム110におけるカメラアダプタ112は、カメラ111により取得された撮影画像に対して画像処理や圧縮処理を行い、処理済みの画像データを通信路114へ出力する。通信路114は、ネットワークケーブル等を介して、各カメラシステム110から出力されたデータを通信制御部115へ伝送する。

20

【0013】

複数のカメラ111は、所定の撮影領域を取り囲むようにそれぞれ異なる位置に設置され、同期して撮影領域を複数の方向から撮影する。撮影領域は、例えば陸上競技やサッカーが行われる競技場、もしくはコンサートや演劇が行われる舞台などである。図2(a)は、陸上競技場に複数のカメラ111を設置した例を示す図である。トラック201の周囲に設置された複数のカメラ111は、何れも注視点202に向けられており、撮影領域203を含む範囲を撮影する。なお、複数のカメラ111は撮影領域の全周にわたって設置されていなくてもよく、設置場所の制限等によっては撮影領域の一部の方向にのみ設置されていてもよい。また、画像処理システム10には、望遠カメラと広角カメラなど機能が異なるカメラ111が含まれていてもよい。また、複数のカメラ111は何れも地上から同じ高さに設置されるものとするが、これに限らず、それぞれ異なる高さに設置されてもよい。

30

【0014】

また、画像処理システム10に含まれる複数のカメラ111すべてが単一の注視点に向けられていなくてもよく、例えばある注視点に向けられるカメラ111のグループと別の注視点に向けられるカメラ111のグループが含まれていてもよい。例えば、図2(b)に示す注視点202、注視点1202、注視点2202、及び注視点3202のそれぞれに、10台ずつのカメラ111が向けられていてもよい。このようにすることで、撮影領域203、撮影領域1203、撮影領域2203、及び撮影領域3203によりカバーされる100m走のレーン全体を対象とした仮想視点画像を生成することが可能となる。なお、カメラ111の方向は固定されていなくてもよく、例えば、複数のカメラ111が向けられる注視点202の位置が選手の走りに合わせて変更されてもよい。また、広い画角を有する複数のカメラ111を100mレーンの中心付近の注視点に向けることで、何れのカメラ111も100mレーン全体を撮影できるようにしてもよい。

40

【0015】

50

画像処理システム10は、カメラシステム110と通信路114に加えて、通信制御部115、データ処理部116、記憶部118、指示部119、画像生成部120、及び表示部121を有する。本実施形態ではこれらの構成要素がそれぞれ別の装置として構成されるものとするが、これに限定されない。例えば、単一の装置が指示部119と表示部121とを有していてもよいし、さらに画像生成部120を有していてもよい。また、図1では一例として、単一の表示部121が画像生成部120に接続さえるものとしているが、これに限らず、複数の表示部121が画像生成装置に接続されていてもよい。同様に、複数の画像生成部120が記憶部118に接続されていてもよい。

【0016】

通信制御部115は、画像処理システム10に含まれる装置間の通信の制御を行う。また、通信制御部115は時刻同期信号を生成して各カメラシステム110へ送信することで、複数のカメラシステム110の時刻同期を行うタイムサーバ機能も有する。また、通信制御部115は、各カメラシステム110に対して、撮影条件の設定指示や、撮影の開始及び終了の指示を行ってもよい。

10

【0017】

データ処理部116は、カメラシステム110から出力されたデータを処理し、処理結果を記憶部118に記憶する。例えばデータ処理部116は、カメラシステム110から出力された画像データを、そのカメラシステム110に含まれるカメラ111の撮影条件を示す撮影情報と関連付けて、記憶部118に記憶する。撮影情報には、例えばカメラ111の設置位置や撮影方向、ズーム値などを示す情報が含まれる。カメラ111の設置位置や撮影方向は、図2(a)に示す座標系205における座標値を用いて表される。ただしこれに限らず、例えば緯度や経度で表されるカメラ111の位置と競技場の中心200の位置の情報が、カメラシステム110から出力されるデータと共に記憶されてもよい。カメラ111の撮影情報は、各カメラシステム110からデータ処理部116へ入力されるものとするが、これに限らず、その他の装置から入力されてもよいし、ユーザがデータ処理部116を操作することにより手動で入力されてもよい。

20

【0018】

記憶部118は、複数のカメラ111による複数方向からの同期撮影に基づく複数の画像(複数視点画像)など、データ処理部116から出力されるデータを、ハードディスクドライブやSSD、SDカードなどの記録媒体に記憶する。本実施形態において記憶部118に記憶される撮影に基づくデータには、カメラ111による撮影画像に対してカメラアダプタ112が前景背景分離を行うことで得られた前景画像が含まれる。カメラアダプタ112による前景背景分離は、撮影画像に含まれる人物などの所定のオブジェクト(前景オブジェクト)に対応する領域を抽出した前景画像や、撮影画像から前景画像を除いた背景画像を取得する処理である。

30

【0019】

なお、記憶部118に記憶される撮影に基づくデータには、前景画像に限らず背景画像が含まれてもよいし、撮影画像に含まれる前景オブジェクトの3次元形状を表すデータや、競技場などの背景オブジェクトの3次元形状を表すデータが含まれてもよい。以降では、前景オブジェクトの3次元形状データに応じた3次元モデルを前景モデルと表記し、背景オブジェクトの3次元形状データに応じた3次元モデルを背景モデルと表記する。また、カメラ111により撮影された撮影画像そのものが記憶部118に記憶されてもよい。

40

【0020】

指示部119は、ジョイスティックやボタン、タッチパネルなどの操作部を有し、ユーザから仮想視点画像の生成に関する操作を受け付け、ユーザ操作に応じた指示情報を画像生成部120へ出力する。ユーザによる仮想視点画像の生成に関する操作は、例えば仮想視点画像の生成開始を指示する操作や、仮想視点の位置及び方向を指定する操作や、仮想視点画像に表示させるべきオブジェクトを選択する操作などである。表示させるべきオブジェクトの選択の詳細については後述する。なお、ユーザは視聴したい仮想視点画像の全期間に対して仮想視点を厳密に指定しなくてもよい。例えば、仮想視点の位置と方向の少

50

なくとも何れかが自動で決定されてもよいし、自動で設定された複数の仮想視点の中から採用すべき仮想視点をユーザが選択してもよい。

【0021】

指示部119から画像生成部120へ出力される指示情報には、設定された仮想視点の位置及び方向を示す視点情報が含まれる。視点情報には、仮想視点画像の生成対象期間の各時点における仮想視点の位置及び方向の情報が含まれる。さらに視点情報には、仮想視点に対応する仮想カメラの画角や焦点距離、焦点位置などの情報が含まれていてもよい。また、指示部119から出力される指示情報には、視点情報に加えて、仮想視点画像に表示させるべきオブジェクトの識別情報が含まれる。表示されるべきオブジェクトの識別情報は、例えば、オブジェクトに対応する選手の名前やID、及びレースの時刻などにより表される。

10

【0022】

画像生成部120は、記憶部118から取得した撮影に基づくデータと、指示部119から取得した視点情報とに基づいて、その視点情報が示す仮想視点に応じた仮想視点画像を生成する。そして画像生成部120は、生成した仮想視点画像を表示部121へ出力する。なお、仮想視点画像の出力先は表示部121に限らず、その他の記憶装置などへ出力されてもよい。

【0023】

仮想視点画像の生成方法としては、例えば以下の方法がある。まず画像生成部120は、記憶部118から取得した複数の前景画像に基づいて、複数のカメラ111により撮影された前景オブジェクトの3次元モデル(前景モデル)を生成する。そして画像生成部120は、生成した前景モデルに対し、指示部119から取得した視点情報に基づいて前景画像をマッピングし、レンダリングを行うことにより、仮想視点から見た前景オブジェクトの画像を生成する。また画像生成部120は、記憶部118から取得した背景モデルに対して視点情報に基づいて背景画像をマッピングし、レンダリングを行う。そして画像生成部120は、前景についてのレンダリング結果と背景についてのレンダリング結果を合成することで、仮想視点画像を生成する。ただし、仮想視点画像の生成方法はこれに限定されず、3次元モデルを用いずに撮影に基づく画像の射影変換により仮想視点画像を生成する方法など、種々の方法を用いることができる。

20

【0024】

表示部121は、例えば液晶ディスプレイ等で構成され、画像生成部120により生成された仮想視点画像を表示する。また表示部121は、ユーザが指示部119を操作するためのGUI(Graphical User Interface)などを表示してもよい。

30

【0025】

[画像生成部の構成]

次に、画像生成部120のハードウェア構成について、図3を用いて説明する。なお、通信制御部115やデータ処理部116など、画像処理システム10に含まれる他の装置も、画像生成部120と同様のハードウェア構成であってよい。画像生成部120は、CPU101、ROM102、RAM103、補助記憶装置104、通信I/F105、及びバス106を有する。

40

【0026】

CPU101は、ROM102やRAM103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て画像生成部120の全体を制御する。なお、画像生成部120がCPU101とは異なる1又は複数の専用のハードウェアを有し、CPU101による処理の少なくとも一部を専用のハードウェアが実行してもよい。専用のハードウェアの例としては、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。ROM102は、変更を必要としないプログラムやパラメータを格納する。RAM103は、補助記憶装置104から供給されるプログラムやデータ、及び通信I/F105を介して外部から供給さ

50

れるデータなどを一時記憶する。補助記憶装置 104 は、例えばハードディスクドライブ等で構成され、画像データや視点情報などの種々のデータを記憶する。

【0027】

通信 I / F 105 は、指示部 119 や表示部 121 などの外部の装置との通信に用いられる。例えば、表示部 121 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 105 に接続される。また、画像生成部 120 が外部の装置と無線通信する機能を有する場合、通信 I / F 105 はアンテナを備える。バス 106 は、画像生成部 120 の各部をつないで情報を伝達する。

【0028】

[画像処理システムの動作シーケンス]

画像処理システム 10 の動作シーケンスの一例について、図 4 を用いて説明する。ここでは、陸上競技の 100 m 走を撮影対象として仮想視点画像が生成される場合を例に挙げて説明する。図 4 に示すシーケンスは、複数のカメラシステム 110 が陸上競技場に設置され、画像処理システム 10 に含まれる各装置の初期設定が完了したタイミングで開始される。ただし、図 4 に示すシーケンスの開始タイミングはこれに限定されない。

10

【0029】

S501 において、複数のカメラシステム 110 に含まれる複数のカメラ 111 は、レース前で陸上トラックに選手がいない状態（図 5 (a) に示す状態）において、100 m レーンを複数の方向から撮影することで、基準画像を取得する。S502 において、複数のカメラシステムに含まれる複数のカメラ 111 は、レース中で選手が走っている状態の 100 m レーンを複数の方向から撮影する。ここで、複数のカメラ 111 は、例えば 100 m 走の予選の画像（図 5 (b) に示す画像）と 100 m 走の決勝の画像（図 5 (d) に示す画像）など、異なるタイミングで行われる複数の競技の撮影画像を取得する。カメラ 111 による撮影で取得された画像は、カメラアダプタ 112 により保持される。なお、各撮影において使用されるカメラ 111 の数は異なってもよい。例えば、決勝のレースは 10 台のカメラ 111 のすべてを用いて撮影され、予選のレースは 5 台のカメラ 111 を用いて撮影されてもよい。

20

【0030】

S503 において、各カメラシステム 110 に含まれるカメラアダプタ 112 は、カメラ 111 により取得された複数の撮影画像それぞれに対して前景背景分離を行う。具体的には、カメラアダプタ 112 は、S502 において取得された撮影画像と S501 において取得された基準画像との差分に基づいて、S502 において取得された撮影画像に含まれる選手の領域の画像である前景画像を抽出する。例えば、図 5 (b) に示す予選の撮影画像からは、図 5 (c) に示す選手 A、選手 E、及び選手 D の前景画像が抽出され、図 5 (d) に示す決勝の画像からは、図 5 (e) に示す選手 A、選手 B、及び選手 C の前景画像が抽出される。

30

【0031】

S504 において、カメラシステム 110 は S503 で取得された前景画像を出力し、出力された前景画像は通信路 114 や記憶部 118 を介して画像生成部 120 へ伝送される。なお、S504 においてカメラシステム 110 から画像生成部 120 へ伝送されるデータには、S501 において取得された 100 m レーンの画像や、S502 における前景背景分離において抽出された選手以外の領域の画像である背景画像が含まれてもよい。さらに、カメラ 111 による撮影に関する撮影情報も併せて伝送されてもよい。また、本実施形態ではこれらのデータが記憶部 118 に記憶されてから画像生成部 120 により取得されるものとするが、これらのデータが記憶部 118 を介さずに直接画像生成部 120 へ入力されてもよい。

40

【0032】

なお、図 4 では複数のレースの撮影に基づくデータが S504 においてまとめて伝送される場合の例を示している。すなわち、S504 において画像生成部 120 は、ある撮影状況における複数の方向からの撮影に基づくデータと、撮影時刻が異なる別の撮影状況に

50

おける複数の方向からの撮影に基づくデータとを、まとめてデータ取得する。ただしこれに限らず、各レースが終了するごとにそのレースに関するデータが伝送されてもよいし、レース中に生成されたデータが逐次伝送されてもよい。また、S504の処理は下記のS505の処理の後に行われてもよいし、S505の処理と並行して行われてもよい。

【0033】

S505において、指示部119は、ユーザによる操作に応じた指示情報とともに、仮想視点画像の生成指示を画像生成部120へ入力する。指示情報には、仮想視点の位置及び方向を示す視点情報と、仮想視点画像に表示させるべきオブジェクトを識別するための識別情報が含まれる。例えばユーザは、指示部119を用いて、予選のレースにおける選手Aと決勝のレースにおける同じ選手Aなど、比較したい複数の撮影対象のオブジェクトを選択する。なお、選択されるオブジェクトは同じ選手でなくてもよく、例えば予選の選手Aと決勝の選手Bとが選択されてもよい。また、100m走では基本的に各レーンを1人の選手が走るため、ユーザは選手を選択する代わりにレース（予選か決勝か）及びレーンを選択してもよい。この場合、画像生成部120へ入力される識別情報は、レースの番号又は時刻とレーンの番号により表されてもよい。

10

【0034】

S506において、画像生成部120は、指示部119から入力された識別情報により識別されるオブジェクトの3次元モデルを、S504において取得した前景画像などのデータに基づいて生成する。例えば、画像生成部120は、予選のスタートから1秒後の撮影時刻に対応する選手Aのモデルと、決勝のスタートから1秒後の撮影時刻に対応する選手Aのモデルとを生成する。モデルの生成には、例えばVisual Hull手法（視体積交差法）を用いることができ、この手法で生成されたモデルは3次元空間上の点（ボクセル）の集合により構成される。モデルを構成する各点の3次元位置は、例えば100mレーンの長手方向をx軸、短手方向をy軸、高さ方向をz軸とした図2(a)の座標系205における座標値で表される。なお、オブジェクトの3次元モデルは点の集合により表されるものに限らず、例えばポリゴンメッシュにより表されてもよい。

20

【0035】

S507において、画像生成部120は、S506において生成された複数の前景モデルを同一の仮想空間に配置し、S505において取得した視点情報に基づいてレンダリングすることで、仮想視点から見た前景オブジェクトの画像を生成する。そして画像生成部120は、S501において取得された画像と視点情報に基づいて生成された100mレーンなどの背景オブジェクトの画像に、前景オブジェクトの画像を合成する。これにより、複数の異なる撮影時刻に撮影された複数のオブジェクトを表す画像と背景を表す画像とを含む仮想視点画像であって、視点情報が示す仮想視点に応じた仮想視点画像が生成される。例えば、ユーザにより選択されたオブジェクトが予選の選手Aと決勝の選手Aである場合に、図5(f)に示すような仮想視点画像が生成される。生成された仮想視点画像は表示部121へ出力される。

30

【0036】

なお、背景オブジェクトの画像はS501において取得された画像を用いて生成されるものに限らず、予選における撮影画像から抽出された背景画像を用いて生成されてもよいし、決勝における撮影画像から抽出された背景画像を用いて生成されてもよい。また、それらの撮影に基づく画像を用いずにコンピュータグラフィクスによって生成されてもよい。さらに、画像生成部120は、背景の画像を合成せずに、複数の前景オブジェクトの画像を合成して仮想視点画像を生成してもよい。仮想視点画像に背景を表す画像を含めるか否か、及びどの撮影状況において撮影された背景を表す画像を含めるかは、指示部119を介したユーザ入力に基づいて決定されてもよい。

40

【0037】

なお、図5(f)の例では予選の選手Aと決勝の選手Aがそれぞれ撮影された際の位置（1レーンと5レーン）に表示されているが、仮想視点画像に表示されるオブジェクトの位置と撮影時におけるそのオブジェクトの位置とが異なってもよい。例えば図5(g)

50

)に示すように、予選の選手Aの位置を5レーンから2レーンに変更した仮想視点画像を生成することで、予選の選手Aと決勝の選手Aとが近くに表示されるため、仮想視点画像を見るユーザは選手Aの予選と決勝の走りを比較しやすくなる。

【0038】

オブジェクトの表示位置の変更は、仮想空間にオブジェクトの前景モデルを配置する際に、前景モデルに応じた3次元形状データが有する座標情報を変更することで実現できる。例えば、モデルを構成する各点の座標が図2(a)に示す座標系205によって表され、1つのレーンの幅がY1であるものとする。この場合に、予選の選手Aのモデルを構成する各点のy座標の値に3Y1を加算する。これにより、予選の撮影時における選手Aの位置に対応する仮想空間内の位置から3レーン分の所定量離れた位置に、予選の選手Aのモデルが配置され、仮想視点画像における予選の選手Aの位置を5レーンから2レーンに変更できる。一方、決勝の選手Aのモデルは、決勝の撮影時における選手Aの位置に対応する仮想空間内の位置に配置されるため、仮想視点画像における決勝の選手Aの位置は1レーンのままである。

10

【0039】

また、このようなオブジェクトの表示位置の変更は、例えば予選で3レーンを走った選手と決勝で3レーンを走った選手など、同じ位置で異なる時刻に撮影された複数のオブジェクトを比較したい場合にも有効である。すなわち、一方のオブジェクトの座標情報を変更して、複数のオブジェクトを仮想空間において重ならないように配置することで、仮想視点画像において複数のオブジェクトが重なって見づらくなることを抑制でき、それらのオブジェクトの比較がしやすくなる。

20

【0040】

また、上記の例では2つのオブジェクト(予選の選手Aと決勝の選手A)を含む仮想視点画像が生成されるものとしたが、仮想視点画像に含まれるオブジェクトの数は2つに限らず、3つ以上のオブジェクトを含む仮想視点画像が生成されてもよい。例えば、予選の選手Aと、予選の選手Eと、決勝の選手Aと、決勝の選手Bとが含まれる仮想視点画像が生成されてもよい。また例えば、予選の選手Aと、準決勝の選手Aと、決勝の選手Aとが含まれる仮想視点画像が生成されてもよい。

【0041】

以上の図5を用いた説明では、画像生成部120は、仮想視点から見た前景オブジェクトの画像と背景オブジェクトの画像とをそれぞれ生成した後に、それらの画像を合成して最終的な仮想視点画像を生成するものとした。ただしこれに限らず、画像生成部120は、前景モデルと背景モデルを同一の仮想空間に配置し、まとめてレンダリングを行って仮想視点画像を生成してもよい。また、ユーザにより選択された複数のオブジェクトの前景モデルを個別にレンダリングして得られた複数の画像を背景の画像と合成することで、仮想視点画像を生成してもよい。この際には、仮想視点から遠いオブジェクトの画像が背景の画像に重畳された後に、仮想視点から近いオブジェクトの画像が重畳される。

30

【0042】

また、図5を用いた上記の説明では、撮影画像から抽出された前景画像及び背景画像を画像生成部120がカメラシステム110から取得し、画像生成部120においてオブジェクトのモデルが生成されるものとしたが、これに限定されない。例えば、カメラシステム110又はデータ処理部116において前景画像、背景画像、前景モデル及び背景モデルが生成され、これらが記憶部118に記憶されてもよい。そして、画像生成部120はこれらのデータを記憶部118から取得してもよい。また例えば、記憶部118には撮影画像が記憶され、画像生成部120が記憶部118から取得した撮影画像に基づいて前景画像、背景画像、前景モデル及び背景モデルを生成してもよい。また、前景モデルと背景モデルとが異なる装置により生成されてもよい。カメラシステム110によりモデルの生成まで行っておく場合、画像生成部120は指示部119から視点情報が入力された際に素早く仮想視点画像を生成することができる。一方、画像生成部120によりモデルを生成する場合、表示させるべきオブジェクト以外のモデルを生成する処理を削減することがで

40

50

きる。

【0043】

また、上記の説明では予選の選手Aのモデルと決勝の選手Aのモデルをそれぞれ生成し、それらのモデルをレンダリングすることで仮想視点画像を生成するものとした。ただしこれに限らず、例えば3次元モデルを用いず撮影画像の射影変換などにより生成された予選の選手Aの画像に、3次元モデル又は射影変換を用いて生成された決勝の選手Aの画像を合成することで、仮想視点画像を生成してもよい。このような方法によれば仮想視点画像の生成に係る処理量を削減できる場合がある。一方、各オブジェクトの3次元モデルを用いる方法によれば、仮想視点の自由度を向上させることができたり、仮想視点画像における複数のオブジェクトの見え方が不自然に異なることを抑制できたりする。

10

【0044】

[画像生成部の処理フロー]

図5を用いて説明したシーケンスに対応する画像生成部120の処理フローについて、図6を用いて説明する。図6に示す処理は、画像生成部120が記憶部118や指示部119などの他の装置と接続されて、初期設定が完了したタイミングで開始される。ただし、図6に示す処理の開始タイミングはこれに限定されない。図6に示す処理は、画像生成部120のCPU101がROM102に格納されたプログラムをRAM103に展開して実行することで実現される。なお、図6に示す処理の少なくとも一部を、CPU101とは異なる1又は複数の専用のハードウェアにより実現してもよい。

20

【0045】

S700において、カメラ111による撮影に基づく前景画像が記憶部118から取得される。S701において、ユーザ操作に基づく指示情報が指示部119から取得される。S702において、S700において取得された前景画像のうち、指示情報により識別されるオブジェクトの1つである予選レースの選手Aに関する前景画像を用いて、前景モデルが生成される。S703において、予選の選手Aの前景モデルが仮想空間に配置される。ここで、仮想空間における前景モデルの位置は、前景モデルに応じた3次元形状データが有する座標情報が表す位置、すなわちカメラ111による撮影時点における予選の選手Aの位置に対応する位置となる。ただし、3次元形状データの座標情報を変更することで、図5(g)を用いて上述したようなオブジェクトの位置の変更が行われてもよい。S704において、指示情報に含まれる視点情報が示す仮想視点に応じて仮想空間内の予選

30

【0046】

S705において、S700において取得された前景画像のうち、指示情報により識別されるオブジェクトの1つである決勝レースの選手Aに関する前景画像を用いて、前景モデルが生成される。S706において、決勝の選手Aの前景モデルが仮想空間に配置される。仮想空間における前景モデルの位置は、カメラ111による撮影時点における決勝の選手Aの位置に対応する位置となる。ただし、3次元形状データの座標情報を変更することで、図5(g)を用いて上述したようなオブジェクトの位置の変更が行われてもよい。S707において、指示情報に含まれる視点情報が示す仮想視点に応じて仮想空間内の決勝の選手Aの前景モデルがレンダリングされる。S708において、視点情報が示す仮想

40

【0047】

S709において、予選の選手Aと決勝の選手Aのどちらが仮想空間において仮想視点から近いかが判定される。予選の選手Aの方が仮想視点に近い場合、S710において、背景のレンダリング結果に決勝の選手Aのレンダリング結果が重畳され、さらにその手前に予選の選手Aのレンダリング結果が重畳される。一方、決勝の選手Aの方が仮想視点に近い場合、S711において、背景のレンダリング結果に予選の選手Aのレンダリング結果が重畳され、さらにその手前に決勝の選手Aのレンダリング結果が重畳される。S712において、S710又はS711におけるレンダリング結果の合成により生成された仮想視点画像が、表示部121へ出力される。

50

【 0 0 4 8 】

[異なる時刻に撮影される複数オブジェクトの調整]

上述したように、画像処理システム 10 によれば、それぞれ異なる時刻に撮影された複数の撮影対象のオブジェクトが表示される仮想視点画像を生成できる。ここで、どの時刻のオブジェクトを仮想視点画像に表示させるかは指示部 119 を介したユーザ操作により指定されてもよい。しかしながら、例えば予選レースのスタートから 1 秒後の選手 A と決勝レースのスタートから 1 秒後の選手 A とを比較したい場合に、それぞれの時刻をユーザが判断して指定するのは手間が大きく不便である。さらに、仮想視点画像による動画を生成する場合に、動画のフレームごとに表示されるオブジェクトに対応する時刻を指定することとすると、ユーザの手間が非常に大きくなる。そこで画像処理システム 10 は、撮影時刻に関する情報とレースのスタート時刻など所定のイベントの発生時刻に関する情報とを記憶部 118 に記憶する。そして、画像生成部 120 が記憶部 118 から取得したそれらのデータに基づいて仮想視点画像を生成することで、ユーザにとっての利便性を向上する。

10

【 0 0 4 9 】

具体的には、データ処理部 116 は、カメラ 111 による撮影に基づく前景画像などのデータと共に、その撮影時刻に関する情報を、記憶部 118 に記憶する。撮影時刻に関する情報は、例えばカメラ 111 により撮影される動画のフレーム番号であるが、これに限らず、標準時を示す情報などであってもよい。またデータ処理部 116 は、記憶部に 118 に記憶される各データが何れの競技の撮影に基づくデータであることを識別可能にする識別情報を、記憶部 118 に記憶する。この識別情報は、競技の名称、競技の開催日時、及び競技の開催場所により表される。ただし競技の識別情報の内容はこれに限らず、例えば各競技に割り当てられた識別番号などであってもよい。

20

【 0 0 5 0 】

さらにデータ処理部 116 は、各競技における所定のイベントの発生時刻に関する情報を記憶部 118 に記憶する。イベントの発生時刻に関する情報は、例えば標準時とその時刻に対応するカメラ 111 の動画のフレーム番号により表されるが、開始時刻に関する情報の内容はこれに限定されない。所定のイベントの発生時刻は、例えば陸上競技のトラック種目におけるスタートのタイミングなどの、競技の開始時刻である。ただしこれに限らず、所定のイベントの発生時刻は、跳躍種目における踏み切りのタイミングや、投てき種目における投てきのタイミングなどであってもよい。競技の識別情報およびイベントの発生時刻に関する情報は、ユーザによるデータ処理部 116 の操作によって入力される。ただし、これらの情報の少なくとも何れかが他の装置から入力されてもよいし、データ処理部 116 がカメラ 111 による撮影に基づく画像を解析することでこれらの情報を取得してもよい。

30

【 0 0 5 1 】

上記のような各種の情報が記憶部 118 に記憶されることで、画像生成部 120 は、記憶部 118 から取得するデータがどの競技に関するデータであって所定のイベントから何秒後（又は何秒前）における撮影に基づくデータであるかを判断することができる。そして、仮想視点画像に表示させるべきオブジェクトとして、複数の競技における複数の撮影対象が指定された場合、画像生成部 120 は、それらの競技における所定のイベントの発生時刻を基準として選択された複数の画像を用いて仮想視点画像を生成できる。

40

【 0 0 5 2 】

例えば、指示部 119 を介して、100m 走の予選レースの選手 A と決勝レースの選手 A とが表示させるべきオブジェクトとして選択された場合を考える。この場合に画像生成部 120 は、予選レースのスタート時刻における選手 A の前景画像と、決勝レースのスタート時刻における選手 A の前景画像とを記憶部 118 から取得し、それらの画像を用いて動画の 1 フレーム目の仮想視点画像を生成する。そして画像生成部 120 は、予選レースのスタート時刻から 1 フレーム後における選手 A の前景画像と、決勝レースのスタート時刻から 1 フレーム後における選手 A の前景画像を用いて、動画の 2 フレーム目の仮想視点

50

画像を生成する。

【 0 0 5 3 】

画像生成部 1 2 0 はこの処理を繰り返し、予選レースのスタート時刻を基準とする所定期間における選手 A の前景画像と、決勝レースのスタート時刻を基準とする同じ長さの所定期間における選手 A の前景画像とを用いて、複数フレームの仮想視点画像を生成する。これにより、予選の選手 A と決勝の選手 A が走る 1 0 0 m 走の動画を生成することができる。上記の所定期間は、例えばスタートから選手 A がゴールするまでの期間を含むが、スタート前の期間やゴール後の期間を含んでいてもよい。

【 0 0 5 4 】

なお、予選と決勝とでカメラ 1 1 1 による撮影のフレームレートが異なる場合には、フレームレートの差に応じた調整が行われる。例えば、決勝のフレームレートが予選のフレームレートの 2 倍である場合には、予選のスタート時刻から n フレーム目の前景画像と、決勝のスタート時刻から $n / 2$ フレーム目の前景画像とを用いて仮想視点画像が生成される。また、画像生成部 1 2 0 は、予選の撮影に基づく前景画像と決勝の撮影に基づく前景画像とをそれぞれのフレーム番号に基づいて対応付ける代わりに、それぞれの撮影時刻に基づいて対応付けてもよい。

10

【 0 0 5 5 】

図 7 (a) は、予選レースの複数の時点における選手 A の位置を表している。予選レースのスタート時刻において選手 A は位置 4 0 1 に存在し、スタートから 1 秒後の選手 A は位置 4 0 2 に存在する。同様に、スタート時刻から 2 秒後、3 秒後、及び 4 秒後において、選手 A はそれぞれ位置 4 0 3、位置 4 0 4、及び位置 4 0 5 に存在する。図 7 (b) における位置 4 0 6、位置 4 0 7、位置 4 0 8、位置 4 0 9、及び位置 4 1 0 は、それぞれ決勝レースのスタート時刻、スタート時刻から 1 秒後、2 秒後、3 秒後、及び 4 秒後における選手 A の位置を表している。

20

【 0 0 5 6 】

このような予選と決勝のレースそれぞれにおける複数の時点の選手 A の撮影に基づく画像を用いて仮想視点画像を生成することで、図 7 (c) に模式的に示すように、あたかも予選の選手 A と決勝の選手 A とが同時に走っているかのような動画が生成できる。また、図 7 (d) に示すように、予選の選手 A の表示位置を座標系 2 0 5 の Y 軸方向 (1 0 0 m レーンが並ぶ方向) に移動させることで、予選の選手 A と決勝の選手 A とが隣のレーンに並んで走っているかのような動画が生成できる。図 8 は、ゴール直前における予選の選手 A の位置 6 0 2 と、決勝の選手 A の位置 6 0 3 と、仮想視点 6 0 1 とを示しており、図 9 は、このタイミングに応じたフレームでの仮想視点画像の例を示している。

30

【 0 0 5 7 】

以上のような方法で仮想視点画像を生成することにより、ユーザは選手 A の予選の走り と 決勝の走り とを 1 つの静止画又は動画で容易に比較できる。また、仮想視点の位置及び方向はユーザにより指定可能であるため、ユーザは所望の位置及び方向からこれらの走りを比較できる。なお、画像処理システム 1 0 は、ユーザによる仮想視点の方向の指定を受け付け、仮想視点に応じた視界に選手 A が含まれるように仮想視点の位置を自動で決定してもよい。また、仮想視点画像により比較される複数のオブジェクトは違う選手であってもよく、その場合でも上記の処理内容は変わらない。

40

【 0 0 5 8 】

[異なる場所で撮影される複数オブジェクトの調整]

以上の説明では、同一の撮影場所で異なる撮影時刻に撮影された複数の撮影対象を含む仮想視点画像を生成する場合について説明した。以下では、異なる撮影場所で撮影された複数の撮影対象を含む仮想視点画像を生成する場合について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 は、画像処理システム 2 0 の構成例を示す図である。上述した画像処理システム 1 0 の構成に加えて、画像処理システム 2 0 はカメラシステム 1 1 1 0 a からカメラシステム 1 1 1 0 j までの 1 0 セットのカメラシステム 1 1 1 0、通信路 1 1 1 4、通信制御

50

部 1 1 1 5、及びデータ処理部 1 1 1 6 を有する。カメラシステム 1 1 1 0、通信制御部 1 1 1 5、及びデータ処理部 1 1 1 6 は、それぞれカメラシステム 1 1 1 0、通信制御部 1 1 1 5、及びデータ処理部 1 1 1 6 と同様の機能を有する。ただし、これらの装置の構成が一致していなくてもよく、例えばカメラシステム 1 1 1 0 が有するカメラとカメラシステム 1 1 1 0 が有するカメラ 1 1 1 とは、画角やフレームレートなどの撮影パラメータが異なってもよい。また、画像処理システム 2 0 に含まれるカメラシステム 1 1 1 0 の数は図 1 0 に示す例に限定されず、カメラシステム 1 1 0 の数とカメラシステム 1 1 1 0 の数が異なってもよい。

【 0 0 6 0 】

カメラシステム 1 1 1 0 とカメラシステム 1 1 0 とは、異なる撮影場所（例えば異なる競技場）に設置される。そして記憶部 1 1 8 には、カメラシステム 1 1 1 0 により取得された撮影に基づくデータと、カメラシステム 1 1 0 により取得された撮影に基づくデータとが記憶される。これらのデータは、例えば撮影対象の競技の名称や開催場所を示す識別情報と共に記憶部 1 1 8 に記憶され、画像生成部 1 2 0 により識別可能である。画像生成部 1 2 0 は、記憶部 1 1 8 に記憶されたこれらのデータを用いて、複数の異なる撮影場所において撮影された複数のオブジェクトを表す画像を含む仮想視点画像であって、視点情報が示す仮想視点に応じた仮想視点画像を生成する。

10

【 0 0 6 1 】

例えば、カメラシステム 1 1 0 が設置された第 1 競技場において開催された第 1 レースに、図 5 (b) に示すように選手 A、選手 D、及び選手 E が出場しているものとする。そして、カメラシステム 1 1 1 0 が設置された第 2 競技場において別の日に開催された第 2 レースに、図 5 (d) に示すように選手 A、選手 B、及び選手 C が出場しているものとする。そして、指示部 1 1 9 を介したユーザ操作により、第 1 レースの選手 A と第 2 レースの選手 A とが仮想視点画像に表示させるべきオブジェクトとして選択された場合、画像生成部 1 2 0 は図 5 (f) 又は図 5 (g) に示すような仮想視点画像を生成する。

20

【 0 0 6 2 】

なお、仮想視点画像における 1 0 0 m レーンなどの背景オブジェクトの画像は、第 1 競技場において撮影された画像に基づいて生成されてもよいし、第 2 競技場において撮影された画像に基づいて生成されてもよい。若しくは、背景オブジェクトの画像は、第 1 競技場の画像と第 2 競技場の画像とを合成することで生成されてもよいし、撮影に基づく画像を用いずにコンピュータグラフィクスにより生成されてもよい。さらに、背景オブジェクトを含まない仮想視点画像が生成されてもよい。また、仮想視点画像に表示される複数のオブジェクトは同一人物でなくてもよく、例えば第 1 レースの選手 A と第 2 レースの選手 B とが含まれる仮想視点画像が生成されてもよい。また、別の日時に撮影された選手に限らず、異なる場所で同じ時刻に撮影された複数の選手を含む仮想視点画像が生成されてもよい。

30

【 0 0 6 3 】

画像処理システム 2 0 の動作シーケンスと画像処理システム 1 0 の動作シーケンスとの違いを、図 4 を用いて説明する。画像処理システム 1 0 においては、S 5 0 2 において複数のカメラシステム 1 1 0 が有する同一のカメラ群が複数のレースを撮影し、S 5 0 4 においてその複数のレースの撮影に基づくデータがカメラシステム 1 1 0 から画像生成部 1 2 0 へ伝送される。一方、画像処理システム 2 0 においては、カメラシステム 1 1 0 とカメラシステム 1 1 1 0 とがそれぞれ S 5 0 1 から S 5 0 4 までの処理を行う。すなわち、複数のカメラシステム 1 1 0 が有するカメラ群と複数のカメラシステム 1 1 1 0 が有するカメラ群とにより、撮影場所が異なる複数の撮影状況において複数のレースが撮影される。そして、画像生成部 1 2 0 は、一方の撮影状況における複数の方向からの撮影に基づくデータをカメラシステム 1 1 0 から取得し、他方の撮影状況における複数の方向からの撮影に基づくデータをカメラシステム 1 1 1 0 から取得する。なお画像処理システム 2 0 においては、S 5 0 2 において各カメラシステムにより撮影されるレースは 1 つであってもよい。画像処理システム 2 0 のその他の動作については、画像処理システム 1 0 と同様で

40

50

ある。

【0064】

ここで、カメラシステム110が設置される第1競技場とカメラシステム1110が設置される第2競技場とは形状が異なる場合があり、カメラシステム110とカメラシステム1110とが同じように設置されるとは限らない。そのため、カメラシステム110の撮影に基づいて生成された第1レースの選手Aの3次元形状データが有する座標情報と、カメラシステム1110の撮影に基づいて生成された第2レースの選手Aの3次元形状データが有する座標情報とは一律には扱えない。例えば、第1競技場の第1レーンのゴールにオブジェクトが位置する場合におけるそのオブジェクトの座標情報は、第2競技場の第1レーンのゴールにオブジェクトが位置する場合におけるそのオブジェクトの座標情報と一致するとはかぎらない。

10

【0065】

仮にこれらの座標情報を一律に扱って仮想視点画像を生成した場合、例えば仮想視点画像において選手が100mレーンから外れた場所に表示されたり、100mレーンとは異なる方向に走っているように表示されたりする。また、第1レースの選手Aと第2レースの選手Aとが不自然に異なる大きさで表示されることもあり得る。これを解決するために、画像生成部120は、指示部119を介したユーザ操作に基づいて入力された調整情報を用いて、オブジェクトの位置や向き、サイズの調整を行ってもよい。しかしながら、この方法ではユーザの手間が大きくなる。

【0066】

そこで画像処理システム20は、撮影対象のオブジェクトの位置情報と撮影場所における基準位置および基準方向に関する情報とを記憶部118に記憶しておく。そして画像生成部120が、記憶部118から取得したそれらのデータに基づいて仮想視点画像を生成することで、不自然な仮想視点画像が生成されることを抑制する。

20

【0067】

具体的には、データ処理部116は、カメラシステム110による撮影に基づく前景画像などのデータと共に、その前景オブジェクトの位置を示す情報を、記憶部118に記憶する。またデータ処理部116は、第1競技場における所定の基準位置（例えば図11(a)における競技場の中心200a、スタート位置204a、及びゴール位置1204a）を示す情報を、記憶部118に記憶する。さらにデータ処理部116は、100mレーンに平行な方向などの基準方向を示す情報を、記憶部118に記憶する。オブジェクトの位置を示す情報と、基準位置を示す情報と、基準方向を示す情報とは、何れも同じ座標系における座標値によって表される。なお、基準位置及び基準方向は上記のものに限定されない。また、2つの基準位置を示す情報が、それらの基準位置を結ぶ基準方向を示す情報として扱われてもよい。また、100mレーンのレーン幅を示す情報なども同様に記憶部118に記憶されてもよい。

30

【0068】

同様に、データ処理部1116は、カメラシステム1110による撮影に基づく前景画像などのデータと共に、その前景オブジェクトの位置を示す情報を、記憶部118に記憶する。またデータ処理部1116は、第2競技場における所定の基準位置（例えば図11(b)における競技場の中心200x、スタート位置204x、及びゴール位置1204x）を示す情報を、記憶部118に記憶する。さらにデータ処理部1116は、100mレーンに平行な方向などの基準方向を示す情報を、記憶部118に記憶する。基準位置を示す情報及び基準方向を示す情報は、ユーザによるデータ処理部116の操作によって入力される。ただし、これらの情報の少なくとも何れかが他の装置から入力されてもよいし、データ処理部116がカメラ111による撮影に基づく画像を解析することでこれらの情報を取得してもよい。前景オブジェクトの位置を表す情報は、複数のカメラシステム1110による撮影画像に基づいて取得されるが、これに限らず、例えば選手などの前景オブジェクトに位置センサを装着することで取得してもよい。

40

【0069】

50

上記のような各種の情報が記憶部 118 に記憶されることで、画像生成部 120 は、記憶部 118 から取得したデータに基づいて生成される前景モデルを仮想空間に適切に配置することができる。具体的には、画像生成部 120 は、各前景モデルに対応するオブジェクトの撮影時の位置及び向きとして、スタート位置やゴール位置などの基準位置に対する相対位置及び基準方向に対する相対的な向きを判断することができる。そして画像生成部 120 は、その相対位置及び相対的な向きに基づいて前景オブジェクトの 3 次元形状データの座標情報を補正する。すなわち、画像生成部 120 は、第 1 競技場における基準位置と選手 A の位置との関係に応じて仮想視点画像における第 1 レースの選手 A の位置を決定する。また、第 2 競技場における基準位置と選手 A の位置との関係に応じて仮想視点画像における第 2 レースの選手 A の位置を決定する。このようにすることで、異なる撮影場所
10

【0070】

例えば、画像生成部 120 は、第 1 競技場の第 1 レースにおいてスタートから 2 秒後にスタートラインから 10 m 先を走っていた選手 A のモデルを、仮想空間における基準位置から基準方向に向けて 10 m 先に対応する位置に配置する。また画像生成部 120 は、第 2 競技場の第 2 レースにおいてスタートから 2 秒後にスタートラインから 12 m 先を走っていた選手 A のモデルを、仮想空間における基準位置から基準方向に向けて 12 m 先に対応する位置に配置する。そして仮想空間に配置されたこれらのモデルをレンダリングすることで、第 1 レースの選手 A と第 2 レースの選手 A とが同じ方向に並走するような仮想視点画像を生成できる。なお、各モデルを仮想空間のどのレーンに対応する位置に配置する
20

【0071】

以上のような方法で仮想視点画像を生成することにより、異なる撮影場所で撮影された複数のオブジェクトを含む仮想視点画像を生成する場合でも、ユーザが手動でそれらのオブジェクトの位置調整などを行わなくてもよくなる。その結果、ユーザは第 1 競技場の第 1 レースでの選手 A の走り第 2 競技場の第 2 レースでの選手 A の走りとを 1 つの静止画又は動画で容易に比較できる。また、オブジェクトのモデルを構成する各点の座標情報が
30

【0072】

なお、上記ではオブジェクトの 3 次元形状データが有する座標情報を補正することで複数のオブジェクトの位置調整を行う場合について説明したが、位置調整の方法はこれに限らず、例えば視点情報を変換することでも位置調整を実現できる。具体的には、画像生成部 120 は、指示部 119 から取得した仮想視点の位置及び姿勢を示す視点情報を、記憶部 118 に記憶された撮影場所の基準位置及び基準方向を示す情報に基づいて変換する。
40

【0073】

例えば、指示部 119 から画像生成部 120 に入力される視点情報が、図 11 (a) に示す第 1 競技場に対応する座標系における位置 1201a から位置 2201a まで移動する仮想視点を示すものだったとする。この場合に、画像生成部 120 は、視点情報に含まれる仮想視点の位置を示す座標情報を、基準位置であるスタート位置 204a からの相対位置を示す情報に変換する。そして画像生成部 120 は、その相対位置を示す情報と、図 11 (b) に示す第 2 競技場におけるスタート位置 204x とに基づいて、第 2 競技場に対応する座標系における位置 1201x から位置 2201x まで移動する仮想視点を示す視点情報を生成する。仮想視点の向きに関しても同様に、画像生成部 120 は、第 1 競技場における基準方向と第 2 競技場における基準方向とに基づいて変換を行う。
50

【 0 0 7 4 】

そして画像生成部 1 2 0 は、第 1 競技場での撮影に基づくデータから生成された前景モデルを、変換前の視点情報（位置 1 2 0 1 a から位置 2 2 0 1 a への仮想視点を示す視点情報）に応じてレンダリングする。また、画像生成部 1 2 0 は、第 2 競技場での撮影に基づくデータから生成された前景モデルを、変換済みの視点情報（位置 1 2 0 1 x から 1 2 0 x への仮想視点を示す視点情報）に応じてレンダリングする。そして画像生成部 1 2 0 は、それらのレンダリング結果を合成することで、第 1 競技場で撮影された前景オブジェクトを表す画像と第 2 競技場で撮影された前景オブジェクトとを表す画像含む仮想視点画像を生成する。

【 0 0 7 5 】

このように、撮影場所における基準位置を示す情報と基準方向を示す情報とに基づいて視点情報を変換することで、オブジェクトの座標情報を補正する上述した方法と同様に、仮想視点画像における複数のオブジェクトの位置調整が実現できる。そして視点情報を変換するこの方法によれば、オブジェクトのモデルを構成する多数の点の座標情報を補正する処理が不要になるため、画像生成部 1 2 0 の処理負荷を低減することができる。なお、上記の例では第 1 競技場に対応する視点情報を第 2 競技場に対応する視点情報に変換するものとしたが、これに限らず、仮想空間に対応する視点情報を第 1 競技場に対応する第 1 の視点情報と第 2 競技場に対応する第 2 の視点情報に変換してもよい。

【 0 0 7 6 】

[データフォーマットの例]

以下では、画像処理システム 1 0 及び画像処理システム 2 0 において扱われるデータ、特に記憶部 1 1 8 に記憶されるデータのフォーマットの例について説明する。以下の説明において、記憶部 1 1 8 に記憶されるデータには、複数のカメラ 1 1 1 による撮影に基づくデータとしての前景画像及び前景モデルと、背景画像及び背景モデルと、それらに関する付加情報とが含まれるものとする。すなわち、カメラ 1 1 1 により取得された撮影画像に基づいて、カメラアダプタ 1 1 2 により前景画像及び背景画像が生成される。そして、複数のカメラアダプタ 1 1 2 により生成された複数の前景画像及び背景画像に基づいて、データ処理部 1 1 6 により前景モデル及び背景モデルが生成される。そしてデータ処理部 1 1 6 が、複数のカメラアダプタ 1 1 2 から取得した複数の前景画像及び背景画像と生成された前景モデル及び背景モデルとを、種々の付加情報と共に記憶部 1 1 8 に記憶するものとする。

【 0 0 7 7 】

記憶部 1 1 8 に記憶される付加情報には、上述した撮影時刻に関する情報や、所定のイベントの発生時刻に関する情報、撮影場所における基準位置及び基準方向に関する情報などのうち少なくとも何れかが含まれる。例えば、競技に固有な情報として、トラックやレーンの位置、スタートやゴールの位置、レーンの幅、競技開始時刻、レースのスタート及びゴールの時刻などを示す情報が記憶される。これらの情報は、データ処理部 1 1 6 を操作するユーザにより入力されてもよいし、GPS や電波時計やその他の自動計測機器から入力されてもよい。なお、記憶部 1 1 8 に記憶される付加情報はこれらに限定されず、例えば、撮影場所の名称、撮影場所の位置、撮影対象である大会や公演等の名称、及び撮影対象の競技種目などの情報があってもよい。

【 0 0 7 8 】

以下では、前景画像や 3 次元形状データなどの撮影に基づくデータと上記の付加情報とが、特定のフォーマットで同じファイルにまとめて記憶部 1 1 8 に記憶されるものとする。具体的には、ISO / IEC 14496 - 12 (MPEG - 4 Part 12) ISO base media file format (以下、ISO BMFF と表記) 規格を例にとって説明する。図 1 2 に、本実施形態における ISO BMFF に従ったデータファイルの構成の例を示す。

【 0 0 7 9 】

図 1 2 (a) において、ファイル 1 0 0 0 は、以下の 4 つのボックスで構成される。即

10

20

30

40

50

ち、`ftyp` (File Type Compatibility Box) 1001、`moov` (Movie Box) 1002、`meta` (metadata) 1003、及び`mdat` (Media Data Box) 1004である。`ftyp` 1001にはファイルフォーマットの情報、例えばファイルがISO BMFFファイルであることや、ボックスのバージョン、画像ファイルを作成したメーカ名称等が記載される。`moov` 1002には、メディアデータを管理するための時間軸、アドレスなどの情報が含まれる。`mdat` 1004には、背景画像、各時刻での各カメラの前景画像、及び3次元形状データが格納される。付加情報を含むメタ情報が格納される`meta` 1003の構成は、例えば、下記のように表される。

```
aligned(8) class Metabox (handler_type) extends FullBox( 'meta' , version = 0, 0) 10
{
  HandlerBox(handler_type) theHandler;
  PrimaryItemBox primary_resource; // optional
  DataInformationBox file_locations; // optional
  ItemLocationBox item_locations; // optional
  ItemProtectionBox protections; // optional
  ItemInfoBox item_infos; // optional
  IPMPControlBox IPMP_control; // optional
  ItemReferenceBox item_refs; // optional
  ItemDataBox item_data; // optional 20
  Synthesizing_scene_location_information; // optional
  Synthesizing_scene_time_information; // optional
  Synthesizing_scene_virtual_camera_information; // optional
  Synthesizing_scene_object_information; // optional
}
```

ここで、`Synthesizing_scene_location_information`は、複数のオブジェクトの画像を合成するために用いられる位置情報を表す。`Synthesizing_scene_time_information`は、合成に用いられる時刻情報を表す。合成に用いられる位置情報を表す`Synthesizing_scene_location_information`ボックスは、下記のように表される。

```
Box Type: 'ssli'
Container: Meta box ( 'meta' )
Mandatory: No
Quantity: Zero or one
そしてそのシンタックスは、下記のように表される。
```

【 0 0 8 0 】

```
aligned(8) class ItemLocationBox extends FullBox( 'ssli' ,version,0) {
  unsigned int(32) offset_size;
  unsigned int(32) length_size; 40
  unsigned int(32) base_offset_size;
  if (version == 1)
    unsigned int(32) index_size;
  else
    unsigned int(32) reserved;
  unsigned int(64) capture_date_time_code;
  unsigned int(16) num_char_place_name;
  for (i=0; i<num_char_place_name;i++)
    unsigned char(8) place_name[i];
  signed int (32) location_latitude; 50
}
```

```

signed int (32)location_longitude;
unsigned int(16) num_char_convention_name;
for (i=0; i<num_char_convention_name;i++)
    unsigned char(8) convention_name[i];
unsigned int(32) category_code;
if ((category_code > 0x00010000 )&& (category_code < 0x0001FFFF )){
    for (i=0; i<3;i++)
signed int(32)location_start_0th_lane[i];
    for (i=0; i<3;i++)
signed int(32)location_end_0th_lane[i];
    unsigned int(8)num_lane;
    unsigned int(8)lane_width;
}
else if (category_code == 0x00020000 ){
for (i=0; i<3;i++)
signed int(32)location_start_point[i];
    for (i=0; i<3;i++)
signed int(32)location_jump_point[i];
}else if {
    . . .
}
}

```

上記のシンタックスにおいて、offset__size、length__size、base__offset__size、index__size、及びreservedは、ボックスの大きさ等に関係する。capture__date__time__codeは、撮影開始時刻等の撮影に関する日時を、例えばW3C-DTFのフォーマット（西暦年、月、日、時、分、秒、ミリ秒など）及びUTC（協定世界時）との時差（時、分）で表す。これらは予備のビットを加えた上でビット列として統合される。

【0081】

num__char__place__nameは、撮影場所を表す文字列の長さを示す。place__nameは撮影場所を名称で表すものであり、例えば、“東京サッカースタジアム”といった文字列である。ただし本情報は文字列に限定されない。また、本情報に言語を示すコードが付加されてもよい。また、撮影場所であるスタジアムに固有な符号が設けられてもよい。例えば、JPTKYSTといった文字列のうち、先頭の2文字は国名を表し（JPは日本）、続く3文字は都市名を表し（TKYは東京）、続く2文字は競技場を表す（STは東京スタジアム）。

【0082】

location__latitudeは競技場の原点の緯度を表す。例えば32ビットのうち先頭のビットが北緯又は南緯を表し、残りの31ビットが90度を等分割した角度を表す。location__longitudeは競技場の原点の経度を表す。例えば32ビットのうち先頭のビットが東経又は西経を表し、残りの31ビットが180度を等分割した角度を表す。

【0083】

num__char__convention__nameは、撮影の概要、すなわち大会や公演の名称等を表す文字列の長さを示す。convention__nameは撮影イベントの名称を表すものであり、例えば、“第xxx回オリンピック”といった文字列である。ただし本情報は文字列に限定されない。また、本情報に言語を示すコードが付加されてもよい。

【0084】

category__codeは競技の種目を表す。例えば上位2バイトが0x0001 50

であればトラック競技を表し、残りの2バイトが距離を表す。また、上位2バイトが0x0002であれば跳躍競技（例えば走り幅跳び、三段跳び、棒高跳び、走り高跳びなど）を表し、0x0000であれば走り幅跳びを表す。ただし、これに限定されず、競技種目が文字列で表現されてもよい。

【0085】

以下の情報は、競技固有の情報を表す。category_codeの上位2バイトがトラック競技を表す場合、location_start_0th_laneは最も小さな番号のレーンのスタート位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標(x、y、z)で表す。location_end_0th_laneは最も小さな番号のレーンのゴール位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標(x、y、z)で表す。num_laneはレーン数を表す。lane_widthはレーンの幅をセンチメートル単位で表す。

10

【0086】

category_codeの上位2バイトが走り幅跳びを表す場合、location_start_pointは選手が助走を開始する位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標(x、y、z)で表す。location_jump_pointは踏切の位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標(x、y、z)で表す。

【0087】

なお、競技種目及び競技固有の情報はこれらに限定されない。例えば、砲丸投げ、ハンマー投げ、及びやり投げなどの場合は、投てきを行うサークルの位置や投てき方向、落下地点などの情報が、サークルの中心からの方角等で表されてもよい。また、撮影対象はスポーツにも限定されず、例えば撮影対象がコンサートであれば、そのステージのセンター位置等が表されてもよい。

20

【0088】

合成に用いられる時刻情報を表すSynthesizing_scene_time_informationボックスは、下記のように表される。

Box Type: 'ssti'

Container: Meta box ('meta')

Mandatory: No

Quantity: Zero or one

30

そしてそのシンタックスは、下記のように表される。

【0089】

```
aligned(8) class ItemLocationBox extends FullBox('ssti',version,0) {
    unsigned int(32) offset_size;
    unsigned int(32) length_size;
    unsigned int(32) base_offset_size;
    if (version == 1)
        unsigned int(32) index_size;
    else
        unsigned int(32) reserved;
        unsigned int(32) num_event;
    if ((category_code > 0x00010000 )&& (category_code < 0x0001FFFF )){
    for (i=0; i<num_event; i++){
    unsigned int(32)event_start_time[i];
    unsigned int(32)event_goal_time[i];
    }
    }else if (category_code == 0x00020000 ){
    for (i=0; i<num_event; i++){
    unsigned int(32)event_start_time[i];
    unsigned int(32)event_jump_time[i];
```

40

50

```

    }
}
}

```

`num__event` は競技のシーケンス内で起こったイベントの数を表し、例えば100m走等におけるレース数を表す。競技の種目は上記の `category__code` で識別される。例えば、トラック競技であれば、第1レースから第 (`num__event`) レースまでそれぞれのスタート時刻が `event__start__time` で表され、先頭の選手がゴールした時刻が `event__goal__time` で表される。これらの符号で表される時刻は前述の `capture__date__time__code` で表される時刻からの相対時間で表されてもよいし、それぞれが W3C - DTF のフォーマットで表されてもよい。また、ゴールした時刻についてはスタート時刻からの相対時間で表されていてもよい。例えば、競走であれば、スタートピストルの音や、スタートピストルの引き金に連動してスタート時刻が検出されてもよい。また、走り幅跳びであれば、第1跳躍から第 (`num__event`) 跳躍までそれぞれのスタート時刻が `event__start__time` で表され、それぞれの跳躍の時刻が `event__jump__time` で表される。このようにして、合成に用いられる情報はメタ情報として画像データのファイルに含めることができる。

10

【0090】

次に、`Synthesizing__scene__virtual__camera__information` は仮想視点画像の生成に係る仮想カメラの情報を表す。`Synthesizing__scene__object__information` は合成に用いられる被写体情報を表す。合成に用いられる仮想カメラ情報を表す `Synthesizing__scene__virtual__camera__information` ボックスはフレーム単位で存在し、その内容は下記のように表される。

20

```

Box Type:      'svci'
Container:     Meta box ('meta')
Mandatory:    No
Quantity:     Zero or one

```

そしてそのシンタックスは、下記のように表される。

【0091】

```

aligned(8) class ItemLocationBox extends FullBox('svci',version,0) {
    unsigned int(32) offset_size;
    unsigned int(32) length_size;
    unsigned int(32) base_offset_size;
    if (version == 1)
        unsigned int(32) index_size;
    else
        unsigned int(32) reserved;
        for (i=0; i<3;i++)
unsigned int(32)virtual_camera_location[i];
for (i=0, i<4; i++)
int(32) rotation_quaternion[i];
float(32) horizontal_angle;
}

```

30

40

`virtual__camera__location` は仮想カメラの位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標 (`x`、`y`、`z`) で表す。`rotation__quaternion` はカメラの姿勢をクォータニオンで表現したものであり、実数部、虚数部の各値が4バイトの符号付き整数で記述される。`horizontal__angle` は画角パラメータであり、水平からの角度を4バイトの符号付き浮動小数点数で表す。

【0092】

50

合成に用いられる被写体情報を表す `Synthesizing__scene__object__information` ボックスは、下記のように表される。

Box Type: 'ssoi'
 Container: Meta box ('meta')
 Mandatory: No
 Quantity: Zero or one

そしてそのシンタックスは、下記のように表される。

【0093】

```
aligned(8) class ItemLocationBox extends FullBox('ssoi',version,0) {
  unsigned int(32) offset_size;
  unsigned int(32) length_size;
  unsigned int(32) base_offset_size;
  if (version == 1)
    unsigned int(32) index_size;
  else
    unsigned int(32) reserved;
    unsigned int(32) num_event;
  for (i=0; i<num_event; i++){
  unsigned int(32)num_object[i];
    for (j=0; j<num_object; j++){
      unsigned int(8)num_char_object_name[i][j];
    for (k<num_char_object_name;k++)
      unsigned char(8) object_name[i][j][k];
      unsigned int(8) ID_number;
      for (k=0; k<3; k++)
  unsigned int(32)object_location[i][j][k];
    }
  }
}
```

`num__event` は競技のシーケンス内で起こったイベントの数を表し、例えば100m走等におけるレース数を表す。`num__object` は第 *i* 番目のイベントに出場している選手（被写体）の数を表す。`num__char__object__name` は第 *i* 番目のイベントに出場している第 *j* 番目の選手の名前の長さを表す。`object__name` は文字列であり、その選手の名前を表す。`ID__number` は選手を識別する番号であり、参加者番号やゼッケン番号等を表す。`object__location` は、その選手のスタート時刻での位置を上記の競技場の原点からの相対位置の座標（*x*、*y*、*z*）で表す。

【0094】

以上、図12(a)に示すファイルフォーマットの例について説明したが、記憶部118に記憶されるデータのフォーマットはこれに限定されるものではない。例えば、図12(b)に示すように、`meta1003`の代わりに専用のボックスを設けることもできる。図12(b)の例では、専用のボックスとして、`fvsi(Free Viewpoint video__Synthesizing__Info)1005`という新たなボックスタイプを用いている。このボックスは、動画（シーケンス）単位で付与されてもよいし、複数フレームからなる画像クリップ単位で付与されてもよいし、フレーム単位で付与されてもよい。また例えば、図12(c)に示すように、`moov1002`の中に`meta1006`が含まれてもよいし、さらには`moov1002`の中のボックスにメタ情報が含まれてもよい。また例えば、図12(d)に示すように、`fvvi(Free Viewpoint__Video__Info)1004`と`fvvi1007`など複数のボックスに分けてメタ情報が格納されてもよい。

【0095】

次に、上記のデータを用いた仮想視点画像の生成について説明する。上記のメタ情報を用いて、仮想視点画像生成に用いるデータを検索することができる。例えば、ユーザは指示部119を用いて、仮想視点画像生成に用いる画像データの要件を入力する。例えば、競技場の名称や、競技の日時や、競技の種目が入力される。画像生成部120は、記憶部118に記憶された画像データのファイルからメタ情報を読み出し、入力された情報に適合する画像データのファイルを抽出する。複数の画像データが適合した場合、画像生成部120は、例えば指示部119にそれらの候補を通知したり、表示部121に表示させたりすることで、最終的に用いられる画像データをユーザに選択させる。そして、仮想カメラの位置、姿勢、方向、画角等の情報が指示部119を介して入力されると、画像生成部120は抽出されたデータを用いて仮想視点画像を生成し、表示部121に仮想視点画像を出力して表示させる。

10

【0096】

ここで、競技場Aにおける選手Cと競技場Xにおける選手Zの画像を合成した仮想視点画像を生成する場合を例に挙げて、より詳細に説明する。ここでは選手Cと選手Zが同じ種目の競技(例えば100m走)に出場した場合を例に説明をするが、異なる種目の競技に出場した複数の選手の画像を合成してもよい。

【0097】

最初に、画像生成部120は、指示部119から入力された時間及び競技場に対応する画像データファイルを選択する。この選択は、前述の `capture_date_time_code` や、 `place_name` 等を参照することで行われる。競技場Aで行われた選手Cの参加した競技の画像データファイルを画像データファイルDとし、競技場Xで行われた選手Zの参加した競技の画像データファイルを画像データファイルEとする。なお、上記の選択は `convention_name` 等の情報を参照して行われてもよい。

20

【0098】

次に、画像生成部120は、前景オブジェクトの画像と合成する対象の競技場を選択する。例えば、画像生成部120は、選手Cを含む競技場Aの画像に選手Zの画像を合成してもよいし、競技場A及び競技場Xのいずれとも異なる競技場の画像に選手C及び選手Zの画像を合成してもよい。後者の場合は、画像生成部120は、上記の画像データファイルに加えて、合成対象の競技場のデータを含む画像データファイルを取得する。また、実在しない競技場の画像を合成してもよい。ここでは、競技場Aに選手Cと選手Zを合成した画像を生成することとする。

30

【0099】

画像生成部120は、画像データファイルDを取得し、競技場Aのスタート位置を `o c a t i o n _ s t a r t _ 0 t h l a n e` に基づいて特定し、ゴール位置を `o c a t i o n _ e n d _ 0 t h l a n e` に基づいて特定する。さらに画像生成部120は、画像データファイルEを取得し、競技場Xのスタート位置を `o c a t i o n _ s t a r t _ 0 t h l a n e` に基づいて特定し、ゴール位置を `o c a t i o n _ e n d _ 0 t h l a n e` に基づいて特定する。これにより、画像生成部120は、画像データファイルDに対応する選手Cの競技場Aの原点からの相対位置を特定できる。同様に、画像生成部120は、画像データファイルEに対応する選手Zの競技場Xの原点からの相対位置を特定できる。

40

【0100】

特定されたこれらの相対位置を用いることで、画像生成部120は、選手Cと選手Zとを100mレーン上に配置できる。また、選手C又は選手Zの位置を `l a n e _ w i d t h` により表されるレーン幅の倍数分だけずらすことによって、選手Zの位置を選手Cの隣のレーンとするなど、選手Cと選手Zを任意のレーンに並べることができる。また、画像生成部120は競技場Aと競技場Xにおけるスタート位置とゴール位置から走行方向を特定することができるので、選手Zと選手Cが同じ向きに走るように合成することができる。また、スタート後の各フレームについて同様に処理を行うことで、画像生成部120は

50

、2人の選手が並走するような動画を生成することができる。

【0101】

ここでは2人の選手の画像を合成する場合について述べたが、これに限定されない。3人以上の選手の画像を合成する場合においても、スタート位置やレーンの幅に基づいてそれぞれの選手の位置が決まる。また画像生成部120は、それぞれの競技におけるスタート時刻などの時刻同期を行うため、それぞれの画像データから `unsigned int (32) event_start_time[i]` データを抽出してもよい。画像生成部120は、このデータに対応するタイムコードに基づいて2人の選手の画像を合成することで、容易に時刻同期を行うことができる。

【0102】

以上説明したように、本実施形態における画像生成部120は、第1撮影状況における複数の方向からの撮影に基づくデータを記憶部118から取得する。また、画像生成部120は、第1撮影状況とは撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる第2撮影状況における複数の方向からの撮影に基づくデータを記憶部118から取得する。また、画像生成部120は、仮想視点の位置及び方向を示す視点情報を指示部119から取得する。そして画像生成部120は、第1撮影状況において撮影されたオブジェクトを表す画像と第2撮影状況において撮影されたオブジェクトを表す画像とを含む仮想視点画像を、記憶部118から取得したデータに基づいて生成する。ここで生成される仮想視点画像は、指示部119から取得した視点情報に応じた仮想視点画像となる。

【0103】

これにより、仮想視点画像を見るユーザは、撮影場所及び撮影時刻の少なくとも何れかが異なる複数の撮影対象を容易に比較することができるようになる。特に、ユーザによる操作に応じて決定された仮想視点の位置及び方向に応じた仮想視点画像が生成されることで、ユーザは様々な視点から複数の撮影対象を比較できる。また、ユーザが1つの仮想視点を指定すると、同じ仮想視点から見た複数の撮影対象が表示されるため、それぞれ異なる視点から見た複数の撮影対象が表示される場合よりも、ユーザにとって比較がしやすく、且つ仮想視点の指定が簡単になる。

【0104】

また、画像処理システム10は、記憶部118に記憶されるデータに上述した各種の付加情報を含めることで、異なる撮影状況において撮影された複数のオブジェクトを含む仮想視点画像を容易に生成することができる。特に、上述したデータフォーマットのような予め定められた形式でデータが記憶されることで、画像生成部120は複数の異なるカメラシステムにより取得されたデータを一律に扱うことができ、仮想視点画像を生成するための処理を効率化することができる。

【0105】

なお、本実施形態では撮影対象が陸上競技である場合を中心に説明したが、これに限らない。例えば、水泳競技、体操競技、サッカー、及びフィギュアスケートなどを撮影対象とした場合であっても、同様の方法により、複数の撮影状況において撮影された複数のオブジェクトを含む仮想視点画像を生成することができる。また、スポーツ競技に限らず、コンサートや演劇などを撮影対象としてもよい。

【0106】

本発明は、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等)によっても実現可能である。また、そのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【符号の説明】

【0107】

10 画像処理システム

10

20

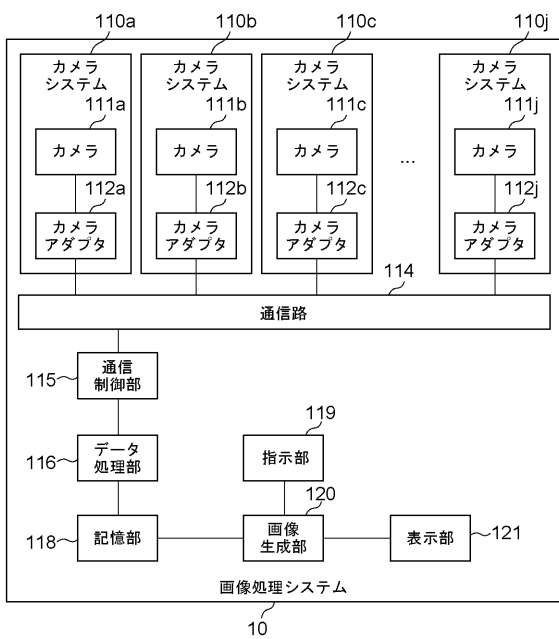
30

40

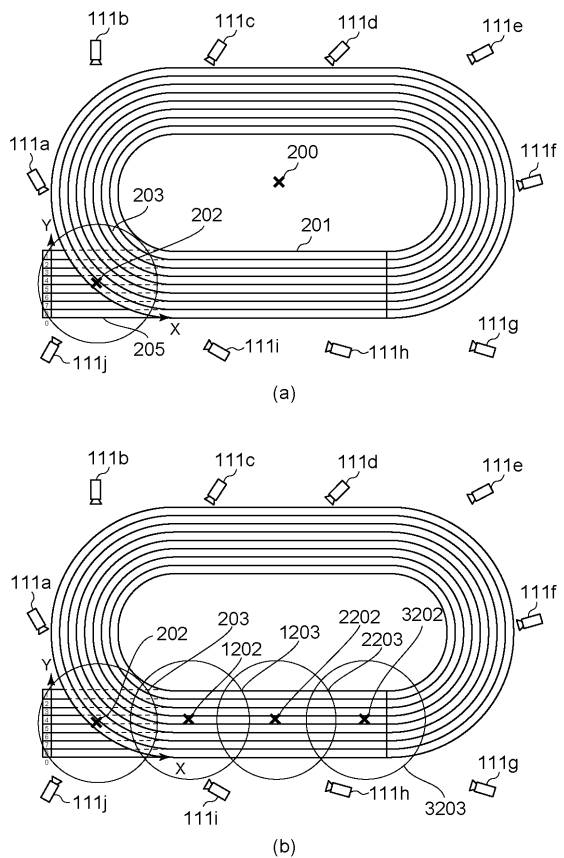
50

- 1 1 0 カメラシステム
- 1 1 8 記憶部
- 1 1 9 指示部
- 1 2 0 画像生成部

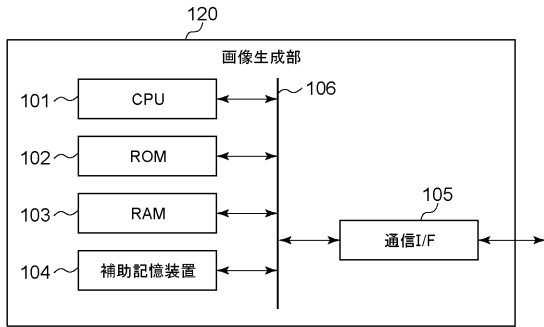
【 図 1 】



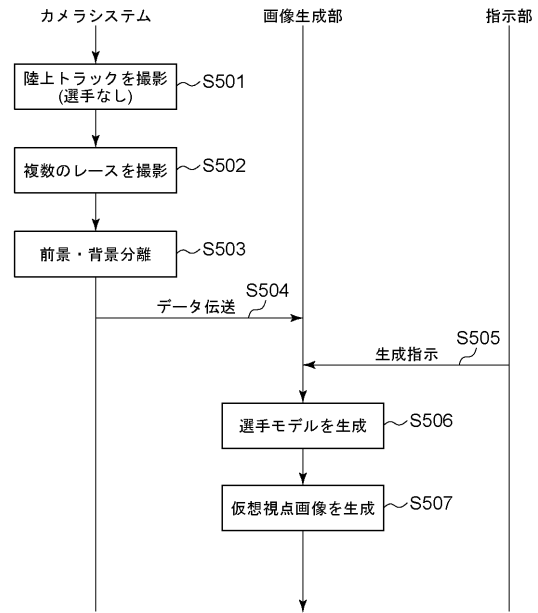
【 図 2 】



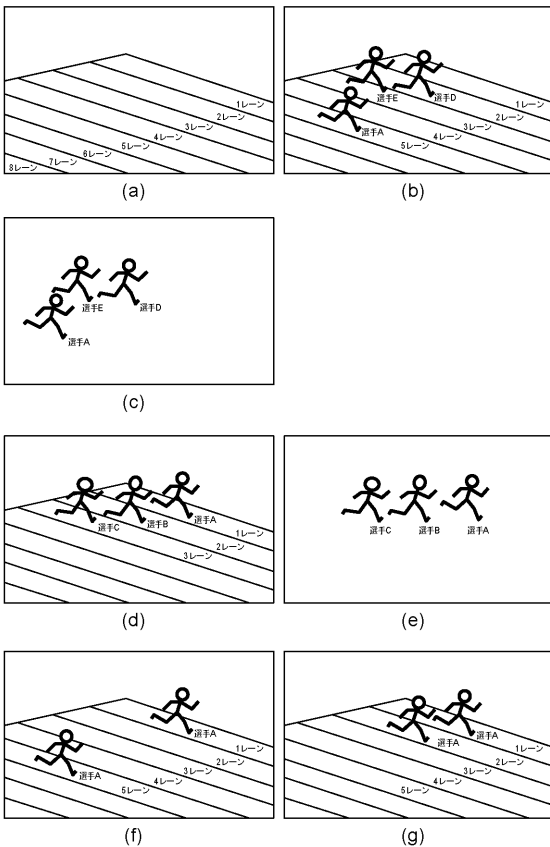
【 図 3 】



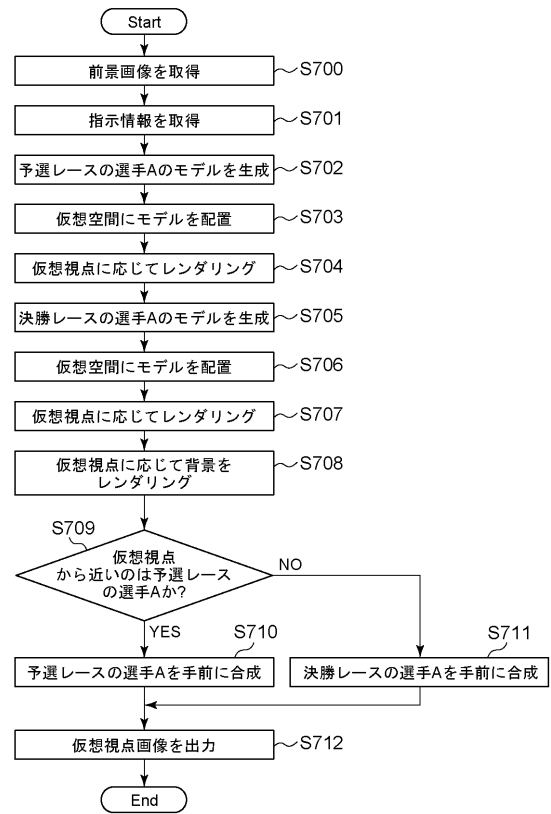
【 図 4 】



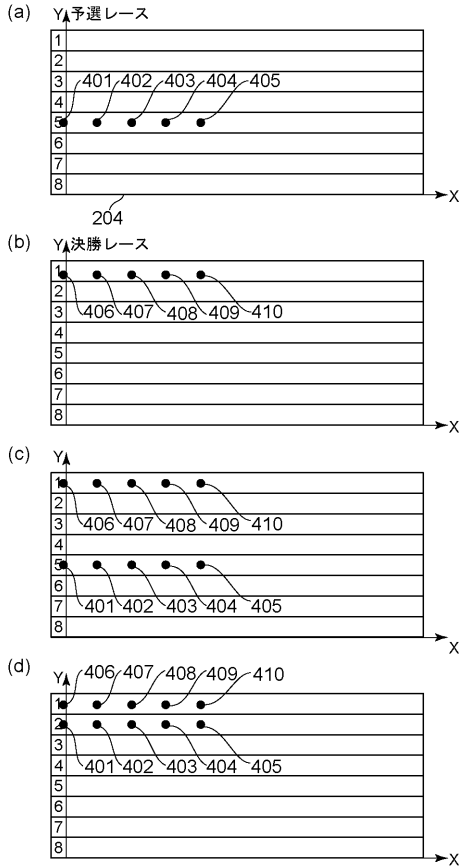
【 図 5 】



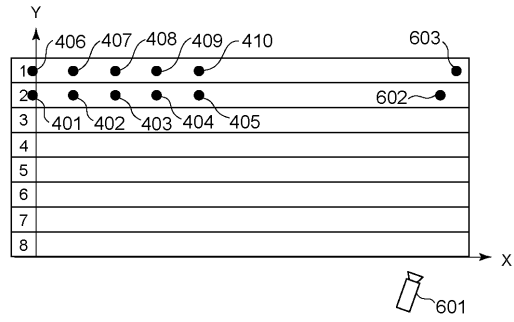
【 図 6 】



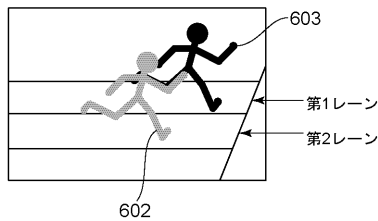
【 図 7 】



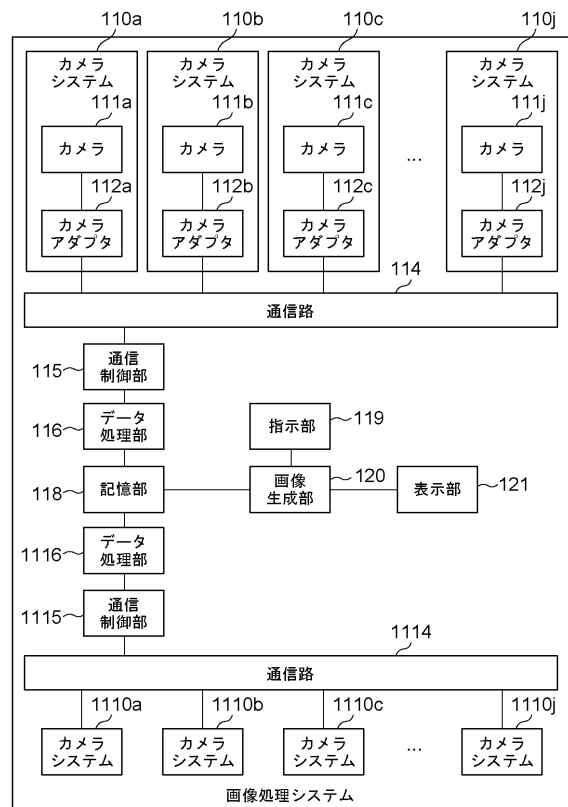
【 図 8 】



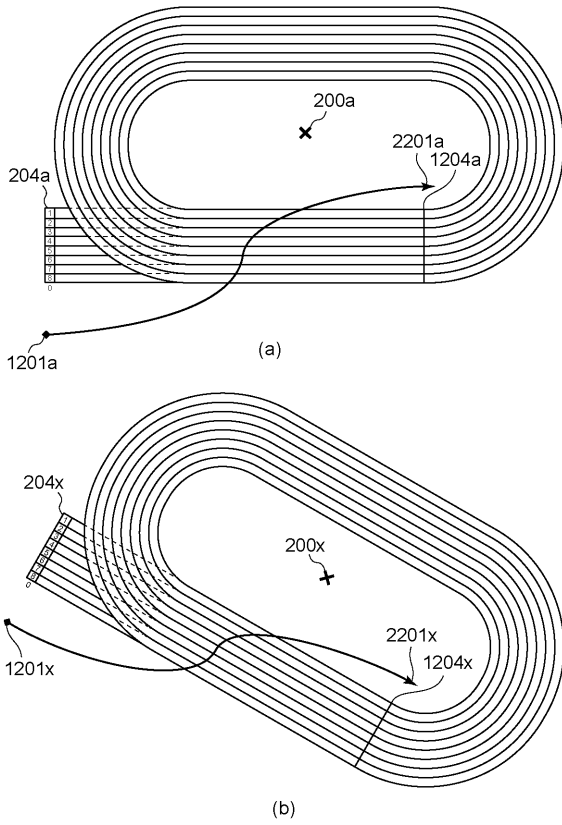
【 図 9 】



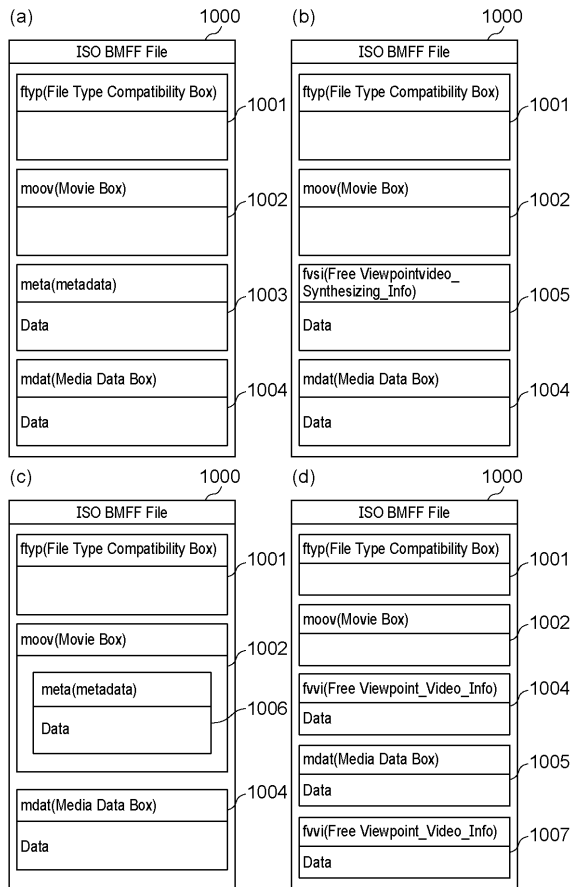
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C122 DA03 DA04 EA42 FA18 FH18 HA13 HA35