

(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2009-10557  
(P2009-10557A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

| (51) Int.Cl. |       |           | F I  |       |      | テーマコード (参考) |  |  |
|--------------|-------|-----------|------|-------|------|-------------|--|--|
| HO4N         | 5/225 | (2006.01) | HO4N | 5/225 | Z    | 2F112       |  |  |
| GO1C         | 3/06  | (2006.01) | GO1C | 3/06  | 110V | 2H059       |  |  |
| GO3B         | 35/08 | (2006.01) | GO3B | 35/08 |      | 5C122       |  |  |
| GO3B         | 35/18 | (2006.01) | GO3B | 35/18 |      |             |  |  |
|              |       |           | GO1C | 3/06  | 120S |             |  |  |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-168484 (P2007-168484)  
(22) 出願日 平成19年6月27日 (2007.6.27)

(71) 出願人 301022471  
独立行政法人情報通信研究機構  
東京都小金井市貫井北町4-2-1  
(74) 代理人 100064414  
弁理士 磯野 道造  
(74) 代理人 100111545  
弁理士 多田 悦夫  
(72) 発明者 妹尾 孝憲  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人情報通信研究機構内  
(72) 発明者 山本 健詞  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

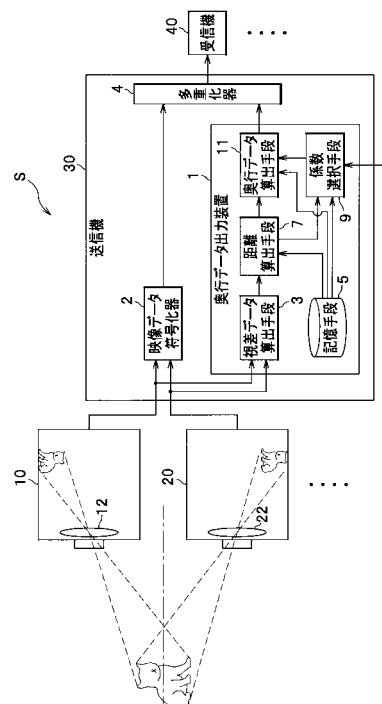
(54) 【発明の名称】 奥行データ出力装置及び奥行データ受信装置

(57) 【要約】

【課題】複数のカメラ映像から自然な任意視点映像を作成する際に、取り扱い容易な奥行値（奥行データ）を得ることができる奥行データ出力装置及び奥行データ受信装置を提供する。

【解決手段】奥行データ出力装置1は、被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力するものであって、視差データを算出する視差データ算出手段3と、焦点距離を記憶する記憶手段5と、被写体距離を算出する距離算出手段7と、像倍率に掛ける係数を選択する係数選択手段9と、奥行データを算出する奥行データ算出手段11と、を備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、

前記カメラ間の設置間隔を予め記憶していると共に、前記カメラのレンズの焦点距離を予め記憶している記憶手段と、

前記カメラで撮影した少なくとも 2 つの映像データに基づいて、2 つの映像データのズレ量である視差データを算出する視差データ算出手段と、

この視差データ算出手段で算出した視差データから、前記カメラのレンズから前記被写体までの距離である被写体距離を算出する距離算出手段と、

この距離算出手段で算出された被写体距離を  $D$  とし、前記記憶手段に記憶されているレンズの焦点距離を  $f$  とし、前記被写体と撮影された被写体像との像倍率を  $f / D$  とした場合に、この像倍率  $f / D$  に所定の係数を掛けることで、前記奥行データを算出する奥行データ算出手段と、

を備えることを特徴とする奥行データ出力装置。

**【請求項 2】**

被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、

前記カメラのレンズから前記被写体までの距離を距離画像として得る距離画像撮影手段と、

前記カメラのレンズの焦点距離を予め記憶している記憶手段と、

この記憶手段に記憶されているレンズの焦点距離を  $f$  とし、前記距離画像撮影手段で撮影された距離画像から得られた前記カメラのレンズから前記被写体までの距離である被写体距離を  $D$  とし、前記被写体と撮影された被写体像との像倍率を  $f / D$  とした場合に、この像倍率  $f / D$  に所定の係数を掛けることで、前記奥行データを算出する奥行データ算出手段と、

を備えることを特徴とする奥行データ出力装置。

**【請求項 3】**

前記奥行データ算出手段で使用される前記所定の係数を、予め設定した条件に基づいて選択する係数選択手段を備え、この係数選択手段は、

表示する際のディスプレイが奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D > f$  でない場合の条件のとき、前記所定の係数に  $D / f$  を選択し、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が予め与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に前記  $B$  を選択し、

表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D < f$  の場合の条件のとき、前記所定の係数に  $f / D$  を選択し、

表示する際のディスプレイが未定である場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の奥行データ出力装置。

**【請求項 4】**

被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、

前記カメラは、カメラのレンズ又は受光面の位置を移動させながら、被写体を当該カメラで複数回撮影する立体映像カメラであって、撮影した複数の立体映像データの各レーヤ映像において、予め設定した閾値よりも高い周波数成分を含む画素を抽出し、この画素が所定数以上含まれる同系色の画素の領域を被写体像として抽出する被写体抽出手段と、

10

20

30

40

50

前記カメラのレンズの焦点距離を予め記憶している記憶手段と、

この記憶手段に記憶されているレンズの焦点距離を  $f$  とし、前記被写体抽出手段で被写体像が抽出されるまでに前記レンズ又は前記受光面の位置が移動した移動距離から、前記カメラから前記被写体までの距離である被写体距離  $D$  を得て、前記被写体と撮影された前記被写体像との像倍率  $f / (D - f)$  を算出し、この像倍率  $f / (D - f)$  に所定の係数を掛けることで、前記奥行データを算出する奥行データ算出手段と、

を備えることを特徴とする奥行データ出力装置。

【請求項 5】

前記奥行データ算出手段で使用される前記所定の係数を、予め設定した条件に基づいて選択する係数選択手段を備え、この係数選択手段は、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が予め与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に前記  $B$  を選択し、

表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが立体映像データである場合の条件のとき、前記所定の係数に前記  $f$  を選択し、

表示する際のディスプレイが未定である場合の条件のとき、前記所定の係数に  $1 / f$  を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の奥行データ出力装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の奥行データ出力装置から出力された奥行データを受信して、カメラで被写体を撮影した映像データを表示する際に、表示映像に奥行きがある様に見せる為のパラメータを出力する奥行データ受信装置であって、

前記奥行データには、表示する際のディスプレイに応じた値を有したフラグが付随しており、前記奥行データは当該フラグに対応した種類を有しており、

前記カメラのレンズの焦点距離と、人間の両眼間の平均距離を予め記憶している記憶手段と、

前記奥行データを受信し、この受信した奥行データの種別を当該奥行データに付随しているフラグから判定する奥行データ取得手段と、

前記奥行データに所定の係数を掛けることで、前記パラメータを奥行きとして算出する奥行算出手段と、

を備えることを特徴とする奥行データ受信装置。

【請求項 7】

請求項 3 または請求項 5 に記載の奥行データ出力装置から出力された奥行データを受信して、カメラで被写体を撮影した映像データを表示する際に、表示映像に奥行きがある様に見せる為のパラメータを出力する奥行データ受信装置であって、

前記奥行データには、表示する際のディスプレイに応じた値を有したフラグが付随しており、前記奥行データは当該フラグに対応した種類を有しており、

前記カメラのレンズの焦点距離と、人間の両眼間の平均距離を予め記憶している記憶手段と、

前記奥行データを受信し、この受信した奥行データの種別を当該奥行データに付随しているフラグから判定する奥行データ取得手段と、

前記ディスプレイの種別を判定して、前記記憶手段に記憶されている焦点距離又は平均距離を用いた、受信した奥行データに掛けるべき所定の係数を選択する係数選択手段と、

前記奥行データに前記所定の係数を掛けることで、前記パラメータを奥行きとして算出する奥行算出手段と、

を備え、

前記係数選択手段は、前記フラグから判定した奥行データの種別に応じ、

表示する際のディスプレイが奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記フラグの値に従って算出した前記カメラから前記被写体

10

20

30

40

50

までの距離である被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D > f$  でない場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が送信側で未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に前記記憶手段から読み出された前記平均距離  $B$  を選択し、

表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、前記平均距離  $B$  が送信側に予め与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが立体映像データである場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D > f$  の場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、

表示する際のディスプレイが送信側で未定である場合の条件のとき、接続されているディスプレイが 2 眼を含む多眼立体ディスプレイか映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイかに応じて、前記所定の係数にそれぞれ  $f/B$  若しくは  $f^2$  を選択することを特徴とする奥行データ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のカメラで撮影したカメラ映像から、任意視点映像を作成する際に必要な、被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離（以下、被写体距離と言う）によって規定される表示映像に見かけの奥行を与える為の奥行データを出力する奥行データ出力装置及び奥行データ受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、映像を解析する事により、遠景、中景、近景などの被写体を識別し、それぞれに奥行値（奥行データ）を与える方法が特許文献 1 に開示されている。この方法では、被写体像の奥行値は相対的な値であり、且つ、注目する被写体に合わせて、非線形に奥行値を与えることとしている。

【0003】

この特許文献 1 に開示されている方法を、図 16 を参照してさらに詳細に説明する。

この図 16 に示される映像 110 は、通常のカメラで撮影された平面画像であり、開示されている方法では、送信側の送信装置（図示せず）にて、この映像 110 を解析する事により、遠景の山や、近景の人物を抽出し、それぞれに奥行値を適宜与える。そして、この方法では、与えられた奥行値を、デプスマップ 130 として、2D 画像 120 と共に、受信装置（図示せず）に送る。

【0004】

そうすると、受信装置では、与えられたデプスマップ 130 の値に従い視差量に変換し、2D 画像 120 の被写体像位置を左右相反する方向にずらした 2 枚の視差画像を生成し、両眼視差の原理に基づく立体映像をディスプレイ（図示せず）に表示する。こうすることで、このディスプレイを見る観察者は、立体映像のズレ量である視差量に応じて、大きな視差量の被写体の再生像を近くに、小さな視差量の被写体の再生像を遠くに感じることができる。この立体映像のズレ量を、希望する視点位置に応じて変えることで、任意視点から立体映像又は平面映像を見る事が出来る。

【0005】

なお、受信装置にて、デプスマップ 130 として送られた奥行値を、視差量に変換する際には、遠方の被写体の視差量が小さく、近景の被写体の視差量が大きくなる様に行われる。この際に、送信側の送信装置は、重要と思われる被写体像の奥行値がより詳細に与えられる様に、奥行値の分解能を非線形に変えられる態様（非線形関数として扱うこと）を取っており、その非線形関数の情報や、分解能を表すスケール情報等と共に受信装置に送

10

20

30

40

50

っている。

【0006】

この奥行値の分解能（以下、奥行分解能と略す）を表すスケール情報の例を、図17に示す。この図17において、図17(a)は、奥行分解能を線形尺度で与えた例であり、被写体像の奥行値は、映像のどの位置でも同じ分解能で与えられる。図17(b)は、奥行分解能を対数尺度で与えた例であり、近くの被写体の大きな奥行値は細かな分解能で与えられ、遠くの被写体の小さな奥行値はより粗い分解能で与えられる。そして、スケール情報は、通常、その映像の中で最も遠い被写体と最も近くの被写体像の奥行値の差が、ディスプレイで表せる奥行値の最大値以内になる様に与えられる。

【0007】

しかし、特許文献1に開示された方法では、複数のカメラで撮影したカメラ映像を、自由に切り替えたり、中間のカメラ位置からのカメラ映像を合成して表示したりするような、自由視点テレビに応用する場合、カメラ映像を切り替えると、カメラに写る被写体の範囲によって、同じ被写体における被写体像の奥行値が変化し、不自然に見えることが生じる。さらに、2台のカメラで撮影したカメラ映像から、奥行値に応じて被写体像の位置をずらして、これらのカメラの中間位置における映像を合成する場合には、2台のカメラ間で同じ被写体における被写体像の奥行値が異なると、合成された映像の奥行を正しく表示できない現象が生じる。

【0008】

この現象を解決するための従来方法が特許文献2に開示されている。この特許文献2に開示されている方法では、複数のカメラを使う場合は、2台のカメラで撮影したカメラ映像間のマッチング探索を行って、両方で同じ被写体の被写体像の位置（映像中の位置）のずれ量である視差量を求めて奥行値としている。この場合の視差量は、隣り合う2台のカメラ間隔 $L$ と、カメラから被写体までの被写体距離 $D$ によって決まる。

【0009】

しかし、この視差量は、カメラ間隔 $L$ に応じて変化するので、異なるカメラ間隔で撮影されたカメラ映像を同じ立体ディスプレイに表示する場合には、表示される映像の奥行感の変化し、映像がミニチュアに見える矮小効果が発生したり、表示される映像が平板のように感じられたりする書割効果が発生し、映像の奥行が不自然に見える現象が生じる。

【0010】

この現象を解決するための別の従来方法が特許文献3に開示されている。この特許文献3に開示されている方法では、距離を測定する為の光を被写体に照射し、被写体から反射して返って来る光の遅延時間を計測して、被写体までの絶対距離を求め、奥行値とするものである。なお、遅延時間の計測には、時間的に変化する光の位相遅れを測るものや、パルス状のレーザ光が被写体に反射して返って来るまでの時間を計るものなどがある。この場合、奥行値は被写体までの絶対距離であるので、カメラ映像を切り替えても被写体像の奥行値は変わらず、切り替えたカメラ映像の表示が自然なものになる。

【特許文献1】特開2004-071102号公報

【特許文献2】特開2001-61164号公報

【特許文献3】特開2005-164349号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献3でいう奥行値は、被写体までの絶対距離であるので、近くの被写体ほど映像としては大きく写るのに、当該奥行値は小さな値となり、近くの被写体像の奥行を詳しく表示する為には、奥行値の分解能を大きくしなければならず、奥行値の分解能が非常に大きくなるという問題がある。例えば、カメラ映像に空などの無限遠の被写体を含む事が頻繁にあるが、その奥行値は無限大になり、扱い難いと言う問題がある。

【0012】

そこで、本発明は、前記した問題を解決するもので、複数のカメラ映像から自然な任意

10

20

30

40

50

視点映像を作成する際に、取り扱い容易な奥行値（奥行データ）を得ることができる奥行データ出力装置及び奥行データ受信装置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】

【0013】

前記課題を解決するため、請求項1に記載の奥行データ出力装置は、被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、記憶手段と、視差データ算出手段と、距離算出手段と、奥行データ算出手段と、を備える構成とした。

【0014】

かかる構成によれば、奥行データ出力装置は、視差データ算出手段によって、カメラで撮影した少なくとも2つの映像データに基づいて、2つの映像データのズレ量である視差データを算出する。続いて、奥行データ出力装置は、距離算出手段によって、視差データ算出手段で算出した視差データから、カメラのレンズから被写体までの距離である被写体距離を算出する。そして、奥行データ出力装置は、奥行データ算出手段によって、距離算出手段で算出された被写体距離を $D$ とし、記憶手段に記憶されているレンズの焦点距離を $f$ として、被写体と撮影された被写体像との像倍率を $f/D$ とした場合に、この像倍率 $f/D$ に所定の係数を掛けることで、奥行データを算出する。

【0015】

請求項2に記載の奥行データ出力装置は、被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、距離画像撮影手段と、記憶手段と、奥行データ算出手段と、を備える構成とした。

【0016】

かかる構成によれば、奥行データ出力装置は、距離画像撮影手段によって、カメラから被写体までの距離を距離画像として得る。続いて、奥行データ出力装置は、奥行データ算出手段によって、記憶手段に記憶されているレンズの焦点距離を $f$ とし、距離画像撮影手段で撮影された距離画像から得られたカメラのレンズから被写体までの被写体距離を $D$ として、被写体と撮影された被写体像との像倍率を $f/D$ とした場合に、この像倍率 $f/D$ に所定の係数を掛けることで、奥行データを算出する。

【0017】

請求項3に記載の奥行データ出力装置は、請求項1又は2に記載の奥行データ出力装置において、前記奥行データ算出手段で使用される前記所定の係数を、予め設定した条件に基づいて選択する係数選択手段を備える構成とした。

【0018】

かかる構成によれば、奥行データ出力装置は、係数選択手段によって、表示する際のディスプレイが奥行を持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離 $D$ と前記焦点距離 $f$ とを比較した比較結果が $D > f$ でない場合の条件のとき、前記所定の係数に $D/f$ を選択し、表示する際のディスプレイが2眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離 $B$ が未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に1を選択し、表示する際のディスプレイが2眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離 $B$ があらかじめ与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に前記 $B$ を選択し、表示する際のディスプレイが映像に奥行を持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離 $D$ と前記焦点距離 $f$ とを比較した比較結果が $D < f$ の場合の条件のとき、前記所定の係数に $f$ を選択し、表示する際のディスプレイが未定である場合の条件のとき、前記所定の係数に $1/f$ を選択する。

【0019】

請求項4に記載の奥行データ出力装置は、被写体を撮影した複数のカメラのレンズから被写体までの距離によって規定される奥行データを出力する奥行データ出力装置であって、被写体抽出手段と、記憶手段と、奥行データ算出手段と、を備える構成とした。

【0020】

10

20

30

40

50

かかる構成によれば、奥行データ出力装置は、被写体抽出手段によって、立体映像カメラで撮影された立体映像データの各レーヤ映像において、予め設定した閾値よりも高い周波数成分を含む画素を抽出し、この画素が所定数以上含まれる同系色の画素の領域を被写体像として抽出する。そして、奥行データ出力装置は、奥行データ算出手段によって、被写体抽出手段で被写体像が抽出されるまでに前記レンズ又は前記受光面の位置が移動した移動距離から得られた像倍率  $f / (D - f)$  に、所定の係数を掛けることで、奥行データを算出する。

**【 0 0 2 1 】**

請求項 5 に記載の奥行データ出力装置は、請求項 4 に記載の奥行データ出力装置において、前記奥行データ算出手段で使用する前記所定の係数を、予め設定した条件に基づいて選択する係数選択手段を備える構成とした。

10

**【 0 0 2 2 】**

かかる構成によれば、奥行データ出力装置は、係数選択手段によって、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  があらかじめ与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に前記  $B$  を選択し、表示する際のディスプレイが映像に奥行を持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが立体映像データである場合の条件のとき、前記所定の係数に前記  $f$  を選択し、表示する際のディスプレイが未定である場合の条件のとき、前記所定の係数に  $1 / f$  を選択する。

20

**【 0 0 2 3 】**

請求項 6 に記載の奥行データ受信装置は、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の奥行データ出力装置から出力された奥行データを受信して、カメラで被写体を撮影した映像データを表示する際に、表示する表示映像に奥行があるように見せるためのパラメータを出力する奥行データ受信装置であって、前記奥行データには、表示する際のディスプレイに応じた値を有したフラグが付随しており、前記奥行データは当該フラグに対応した種類を有しており、記憶手段と、奥行データ取得手段と、奥行算出手段と、を備える構成とした。

**【 0 0 2 4 】**

かかる構成によれば、奥行データ受信装置は、奥行データ取得手段によって、奥行データを受信し、この受信した奥行データの種別を当該奥行データに付随しているフラグから判定する。そして、奥行データ受信装置は、記憶手段に記憶されている焦点距離又は平均距離を用いた、受信した奥行データに掛けるべき所定の係数を選択する。奥行算出手段によって、奥行データに所定の係数を掛けることで、パラメータを奥行きとして算出する。例えば、この奥行データは、放送波やネットワークを介して、受信することで、取得する。

30

**【 0 0 2 5 】**

請求項 7 に記載の奥行データ受信装置は、請求項 3 または請求項 5 に記載の奥行データ出力装置から出力された奥行データを受信して、カメラで被写体を撮影した映像データを表示する際に、表示する表示映像に奥行があるように見せるためのパラメータを出力する奥行データ受信装置であって、前記奥行データには、表示する際のディスプレイに応じた値を有したフラグが付随しており、前記奥行データは当該フラグに対応した種類を有しており、記憶手段と、奥行データ取得手段と、係数選択手段と、奥行算出手段と、を備え、ことを特徴する。

40

**【 0 0 2 6 】**

かかる構成によれば、奥行データ受信装置は、奥行データ取得手段によって、奥行データを受信し、この受信した奥行データの種別を当該奥行データに付随しているフラグから判定する。さらに、奥行データ受信装置は、係数選択手段によって、前記ディスプレイの種類を判定して、前記記憶手段に記憶されている焦点距離又は平均距離を用いた、受信した奥行データに掛けるべき所定の係数を選択する。すなわち、奥行データ受信装置は、係

50

数選択手段によって、表示する際のディスプレイが奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記フラグの値に従って算出した前記カメラから前記被写体までの距離である被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D > f$  でない場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が送信側で未定の場合の条件のとき、前記所定の係数に前記記憶手段から読み出された前記平均距離  $B$  を選択し、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、前記平均距離  $B$  が送信側にあらかじめ与えられている場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが立体映像データである場合の条件のとき、前記所定の係数に 1 を選択し、表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、前記被写体距離  $D$  と前記焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D > f$  の場合、前記所定の係数に 1 を選択し、表示する際のディスプレイが送信側で未定である場合の条件のとき、接続されているディスプレイが 2 眼を含む多眼立体ディスプレイか映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイかに応じて、前記所定の係数にそれぞれ  $f/B$  若しくは  $f^2$  を選択する。そして、奥行データ受信装置は、奥行算出手段によって、奥行データに所定の係数を掛けることで、パラメータを奥行きとして算出する。

#### 【発明の効果】

##### 【0027】

請求項 1 に記載の奥行データ出力装置によれば、視差データから得た被写体距離  $D$  と、焦点距離  $f$  とで示す像倍率  $f/D$  に所定の係数を掛けて、奥行データを算出するので、遠くの被写体が小さく写る場合は小さな奥行データとなり、近くの被写体が大きく写る場合は、大きな奥行データとなる。このため、奥行データ出力装置は、映像中の被写体像のサイズに整合した共通して使用できる奥行データを得ることができ、複数のカメラ映像から自然な任意視点映像を作成する際に、用いることができる。

##### 【0028】

請求項 2 に記載の奥行データ出力装置によれば、距離画像から得た被写体距離  $D$  と、焦点距離  $f$  とで示す像倍率  $f/D$  に所定の係数を掛けて、奥行データを算出するので、映像中の被写体像のサイズに整合した共通して使用できる奥行データを得ることができ、複数のカメラ映像から自然な任意視点映像を作成する際に、用いることができる。

##### 【0029】

請求項 3、5 に記載の奥行データ出力装置によれば、所定の係数に、カメラから被写体までの被写体距離  $D$  とレンズの焦点距離  $f$  と人間の両眼間の平均距離  $B$  とから得られる値を用いることで、映像データの種類とディスプレイの種類の自由な組み合わせにおいて、最適な奥行データを得ることができ、任意視点映像を適切に作成することができる。

##### 【0030】

請求項 4 に記載の奥行データ出力装置によれば、レンズ又は受光面の位置を移動させながら被写体を撮影可能な立体映像カメラを用いることで、立体映像カメラで撮影された映像データの各レーヤ映像から被写体像を抽出し、この被写体像が抽出されるまでにレンズ又は受光面の位置が移動した移動距離から求めた像倍率  $f/(D-f)$  に所定の係数を掛けて、奥行データを算出しており、映像中の被写体像のサイズに整合した共通して使用できる奥行データを得ることができ、複数のカメラ映像から自然な任意視点映像を作成する際に、用いることができる。

##### 【0031】

請求項 6 に記載の奥行データ受信装置によれば、取得した奥行データの種類とディスプレイの種類から、奥行データに掛ける所定の値を決めて、任意視点映像の奥行を算出しており、映像データの種類とディスプレイの種類の自由な組み合わせにおいて、適切な奥行を得ることができ、複数のカメラ映像から自然な任意視点映像を作成する際に、用いることができる。



## 【 0 0 3 2 】

請求項 7 に記載の奥行データ受信装置によれば、レンズの焦点距離  $f$  と人間の両眼間の平均距離  $B$  とから得られる値を用いることで、映像データの種類とディスプレイの種類の自由な組み合わせにおいて、適切な奥行を得ることができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 3 3 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

## [ 第 1 実施形態 ]

本発明の第 1 実施形態に係る任意視点映像（自由視点映像）の奥行データを出力する奥行データ出力装置を包含した任意視点映像システムの構成を図 1 に基づいて説明する。

10

## 【 0 0 3 4 】

この任意視点映像システム  $S$  は、複数のカメラ 10、20、・・・と、送信機 30 と、受信機 40 とを備えている。各カメラ 10、20、・・・で撮影された映像データは、送信機 30 に送られ、それぞれの映像データと奥行データとが多重化されて、受信機 40 に送られる。

## 【 0 0 3 5 】

映像データは、通常、カメラ 10、20、・・・のレンズ後方に設置された画素ごとに赤緑青色のフィルタを持ったイメージセンサ（図示せず）によって取得されたものである。ただし、このイメージセンサで取得された赤緑青色の画素値をそのまま受信機 40 に送ると、各色 8 ビットのデータとしても、1 画素当たり 24 ビットが必要で効率が悪いので、この映像データを、人の目の感度が高い輝度値と感度の低い色差値に変換している。

20

そして、送信機 30 において、変換した色差値は、その画素数を輝度値の画素数に対して 2 分の 1 や 4 分の 1 に間引いて、当該映像データのデータ量を減らして送る。なお、この間引きは、各カメラ 10、20 で行ってもよいし、送信機 30 で行ってもよい。

## 【 0 0 3 6 】

奥行データは、複数のカメラ 10、20、・・・で撮影した複数の映像データから、この映像データに映っている被写体の再生像を、任意視点から表示する任意視点映像を作成する際の被写体像の奥行きを規定するものである。なお、この任意視点映像の作成は、受信機 40 で行われることとしている。ちなみに、この奥行データに受信側で所定の係数を掛けたものが、映像の奥行きとなるが、この奥行きは、映像を表示するディスプレイによって異なり、多眼立体映像ディスプレイの場合は、表示映像のズレ量である視差量を表し、映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイの場合は、その映像の奥行量を表す。いずれも立体映像の奥行きを表す量なので、一括して表示映像の奥行きまたは奥行値と称す。

30

## 【 0 0 3 7 】

ここで、図 5 ( a ) を参照して、カメラ 10 で、撮影した映像と奥行データとの関係について説明する。

図 5 ( a ) に示すように、カメラ 10 のレンズ 12 から任意の被写体距離  $D$  にある被写体「猫」（以下、符号 50 と付す）は、レンズ 12 から当該レンズ 12 の焦点距離  $f$  だけ離れた位置にできる被写体像 60 として、カメラ 10 によって撮影される。

40

## 【 0 0 3 8 】

このとき、被写体 50 の大きさ（サイズ）を  $A$  とし、被写体像 60 の大きさ（サイズ）を  $a$  とすると、この比である像倍率は、カメラ 10 のレンズ 12 から被写体 50 までの被写体距離  $D$  とレンズ 12 の焦点距離  $f$  の比として、

$$a / A = f / D \quad \dots (1)$$

となる。

## 【 0 0 3 9 】

これより、被写体像 60 は、被写体 50 までの被写体距離  $D$  に反比例して小さくなる事が分かる。

## 【 0 0 4 0 】

50

しかし、図 5 ( a ) をさらに詳細に見ると、レンズ 1 2 の後方の位置  $f$  で撮影される被写体像 6 0 は、完全には焦点が合っておらず、サイズ  $a$  で形成され若干ぼけた像になっている。そして、完全に焦点が合った被写体像 7 0 は、レンズ 1 2 の後方の位置  $d$  に若干大きなサイズ  $b$  で形成される。図 5 ( a ) より、この被写体像 7 0 の位置  $d$  は、

$$d = D f / ( D - f ) \quad \dots ( 2 )$$

となり、被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  によって異なることとなる。

#### 【 0 0 4 1 】

そして、位置  $d$  の被写体像 7 0 は、当該位置  $d$  が被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  によって異なるが、被写体 5 0 の各部分の被写体距離  $D$  はすべて異なっている為に、ひとつの被写体であっても、その部分はすべて異なる位置  $d$  に結像し、立体映像が形成されることになる。このように、焦点が合っている被写体像 7 0 までの距離  $d$  は、焦点距離  $f$  とは異なる位置に形成される。そのため、奥行データは、像倍率  $f / D$  に後記する所定の係数を掛けた値として示される。すなわち、奥行データは、所定の係数として、 $D f / ( D - f )$ 、 $1 / f$ 、 $f$ 、 $1$ 、 $B$  ( 両眼間の平均距離 ) のいずれかを像倍率  $f / D$  に掛けた値である。

10

#### 【 0 0 4 2 】

カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  は、様々な被写体を撮影する一般的なものであり、この実施形態では、被写体として「猫」を撮影している。そして、カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  が有しているレンズ 1 2、2 2 を介して、この被写体「猫」が反転 ( 上下が逆 ) した状態で撮影されている。

20

#### 【 0 0 4 3 】

送信機 3 0 は、カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  で撮影された映像データを符号化した符号化映像データと奥行データとを多重化した多重化データを、複数の受信機 4 0 に送信するので、奥行データ出力装置 1 と、映像データ符号化器 2 と、多重化器 4 とを備えている。

#### 【 0 0 4 4 】

映像データ符号化器 2 は、映像データを M P E G - 2 等の符号化方式で符号化して、多重化器 4 に出力するものである。

多重化器 4 は、映像データ符号化器 2 で符号化された符号化映像データと、奥行データ出力装置 1 から出力された奥行データとを多重化し、多重化した多重化データを放送波又はネットワークデータとして出力するものである。なお、これら映像データ符号化器 2 及び多重化器 4 は、既存のもので構成されている。

30

#### 【 0 0 4 5 】

奥行データ出力装置 1 は、被写体を複数のカメラ 1 0、2 0、 $\dots$  で撮影した複数の映像データ ( この実施形態では、平面映像データとも言う ) が入力され、これらの映像データから、被写体の再生像を任意視点から表示する任意視点映像を作成する際の被写体像の奥行きを規定する奥行データを出力するもので、視差データ算出手段 3 と、記憶手段 5 と、距離算出手段 7 と、係数選択手段 9 と、奥行データ算出手段 1 1 とを備えている。

#### 【 0 0 4 6 】

視差データ算出手段 3 は、カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  から入力された映像データの中の少なくとも 2 つの平面映像データと、記憶手段 5 に記憶されているカメラの設置間隔とに基づいて、視差データ ( 視差量 ) を算出するものである。

40

#### 【 0 0 4 7 】

なお、2 つの平面映像データは、隣り合う 2 台のカメラから入力されたものを使うことを前提にしている。ただし、2 つの映像データは、映像データを撮影したカメラが複数台ある場合 ( 特に、カメラ間の距離が近い場合 ) で、あるカメラから別のカメラまでのカメラ設置間隔が判明している場合、隣り合う 2 台のカメラで撮影されたものでなくてもよい。また、視差データの算出の仕方については、後ほど、図 2 を参照して説明する。

#### 【 0 0 4 8 】

記憶手段 5 は、カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  ごとのカメラ間隔 ( 後記する  $L$  ) と、カメラ 1 0、2 0、 $\dots$  が有しているレンズの焦点距離とを記憶しているもので、一般的なメ

50

メモリ等の記録媒体によって構成されている。このレンズの焦点距離を  $f$  とする。

【0049】

距離算出手段7は、視差データ算出手段3で算出された視差データから、カメラ10、20、・・・から被写体までの距離を算出するものである。このカメラ10、20、・・・から被写体までの被写体距離を  $D$  とする。この距離の算出の仕方については、後ほど、図2を参照して説明する。

【0050】

係数選択手段9は、入力された情報と距離算出手段7で算出された被写体距離  $D$  とに基づいて、奥行データ算出手段11で奥行データを算出する際に用いる所定の係数を選択するものである。この係数は、映像データがどのように撮影されたのか（平面映像データ又は立体映像データ）と、記憶手段5に記憶されているレンズの焦点距離  $f$  と距離算出手段7で算出された  $D$  とを比較した比較結果と、表示する際のディスプレイの形式と、視聴する人間の両眼間の平均距離とに基づいて選択されている。

10

【0051】

入力された情報は、複数の映像データを撮影する際に、平面映像データとして撮影したか、立体映像データとして撮影したかを指定すると共に、任意視点映像を表示する際のディスプレイの形式と視聴する人間の両眼間の平均距離（日本人であれば、予め求められた値となり、外国人であればそれに応じた値）を当該装置1の利用者によって指定したものである。比較結果は、被写体距離  $D$  と焦点距離  $f$  との差が非常に大きい場合（ $D > f$ ）とそうでない場合とに場合分けされる。この「非常に大きい」とする場合の基準は、被写体距離  $D$  が焦点距離  $f$  の例えば20倍以上である。

20

【0052】

そして、この係数選択手段9は、ディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイである場合で、比較結果が  $D > f$  の場合、所定の係数として、 $f$  を選択する。また、この係数選択手段9は、ディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイで、比較結果が  $D < f$  でない場合、所定の係数として、 $D < f$  を選択する。さらに、この係数選択手段9は、ディスプレイが多眼式立体映像ディスプレイで、人間の両眼間の平均距離があらかじめ与えられている場合、所定の係数として、人間の両眼間の平均距離  $B$  を選択する。さらに、この係数選択手段9は、ディスプレイが多眼式立体映像ディスプレイで、人間の両眼間の平均距離が未定の場合、所定の係数として、1を選択する。さらに、この係数選択手段9は、ディスプレイが未定である場合、所定の係数として、 $1/f$  を選択する。この様に係数を選択すると、送信される奥行データは、映像データの種類とディスプレイの種類のそれぞれの組み合わせに適したデータ形式となり、受信機で容易に所望の奥行きを得る事ができる。

30

【0053】

なお、係数選択手段9は、これらの所定の係数のすべての中から選択する必要がなく、表示する際のディスプレイや、人間の両眼間の平均距離  $B$  が既知か未知等によって、予め選択する所定の係数を限定しておけばよい。また、所定の係数は、この係数選択手段9で選択した係数を用いることなく、固定の係数としてもよい。

【0054】

奥行データ算出手段11は、被写体距離  $D$  と焦点距離  $f$  とから、被写体と撮影された被写体像との像倍率  $f/D$  を求め、この像倍率  $f/D$  に係数選択手段9で選択された前記所定の係数を掛けることで、奥行データを算出して、多重化器4に出力するものである。

40

【0055】

なお、奥行データ算出手段11では、奥行データを算出する際に、当該奥行データの種類を表すフラグ（例えば、このフラグを“ $F$ ”で表し、2bit（ $F = 0 \sim 3$ ）とする）を、当該奥行データに付随させている。例えば、“ $F = 0$ ”は、任意視点映像を表示する際のディスプレイが立体映像ディスプレイ用の奥行データを表し、“ $F = 1$ ”は、任意視点映像を表示する際のディスプレイが多眼立体映像ディスプレイで両眼間距離が既知の場合の奥行データを表している。また、“ $F = 2$ ”は、任意視点映像を表示する際のディス

50

プレイが多眼立体映像ディスプレイで両眼間距離が未知の場合の奥行データを表し、“ $F = 3$ ”は、任意視点映像を表示する際のディスプレイが未知の場合の奥行データを表している。

【0056】

さらに、奥行データ算出手段11では、さらにもう1ビットのフラグ（例えば、このフラグを“ $G$ ”で表し、1 bit ( $G = 0, 1$ )とする)を奥行データに付随させることが可能である。そして、この追加したフラグ $G$ により、被写体距離 $D$ と焦点距離 $f$ とを比較した比較結果を表すこととする。この場合、“ $F = 0, G = 0$ ”は、 $D < f$ でない場合の奥行データを表し、“ $F = 0, G = 1$ ”は、 $D > f$ の場合の奥行データを表している。

【0057】

受信機40は、送信機30から送信された多重化データを受信して、符号化映像データと奥行データとに分離し、符号化映像データを復号後、奥行データに基づいた任意視点映像を出力するものである。なお、この受信機40の構成の詳細な説明は、後記する。

【0058】

ここで、図2を参照して、視差データの算出を説明する。2台のカメラ10、20のカメラ間隔を $L$ とし、焦点距離を $f$ とし、カメラ10、20、・・・から被写体までの被写体距離を $D$ とし、被写体の大きさを $A$ とし、被写体像60、61の大きさを $a$ とし、カメラ10から被写体50までの水平方向の距離を $x$ とすると、カメラ20から被写体50までの水平方向の距離が $L - x$ となる。

【0059】

そして、カメラ10の中心線（光軸）から被写体像60までの距離は、 $x \cdot f / D$ となり、20の中心線（光軸）から被写体像60までの距離は、 $(L - x) \cdot f / D$ となる。従って、2台のカメラ映像間で、猫の写っている位置の違いは、 $x \cdot f / D + (L - x) \cdot f / D = f \cdot L / D$ となるが、これが視差データである。又、被写体50の大きさ $A$ と、被写体像60、61の大きさ $a$ の比は、図2より、 $a / A = f / D$ となり、これが像倍率である。図1の視差データ算出手段3では、カメラ10及び、カメラ20の画像を比較し、同じ被写体（猫）の映像の位置のズレ量を測定して、視差データを算出する。

【0060】

次に距離算出手段7では、記憶手段5から得たカメラの焦点距離 $f$ とカメラ間隔 $L$ と、前記視差データから、 $D = f \cdot L /$  を計算し、被写体距離 $D$ を得る。次に奥行データ算出手段11は、カメラの焦点距離 $f$ と被写体距離 $D$ から、映像の像倍率 $f / D$ を求めた後、係数選択手段の指示に従って、所定の係数として $D \cdot f / (D - f)$ 又は、1、人の両眼の間隔 $B$ 、焦点距離 $f$ 、 $1 / f$ のいずれかを掛けたものを奥行データとして多重化器4に出力する。

【0061】

ここで、図3に示すフローチャートを参照して、奥行データ出力装置1の動作について説明する（適宜、図1参照）。

奥行データ出力装置1は、視差データ算出手段3によって、カメラ10、20、・・・から入力された映像データの少なくとも2つの映像データに基づいて視差データを算出する（ステップS1）。

【0062】

続いて、奥行データ出力装置1は、距離算出手段7によって、視差データ算出手段3で算出された視差データから、カメラ10、20から被写体までの距離（被写体距離）を算出する（ステップS2）。そして、奥行データ出力装置1は、係数選択手段9によって、距離算出手段7で算出した被写体距離と記憶手段5に記憶されている焦点距離とを比較した比較結果と、入力された情報とに基づいて、所定の係数を選択する（ステップS3）。

【0063】

そして、奥行データ出力装置1は、奥行データ算出手段11によって、距離算出手段7で算出した被写体距離と記憶手段5に記憶されている焦点距離とから像倍率を求め、この像倍率に係数選択手段9で選択された所定の係数を掛けることで奥行データを算出し、多

10

20

30

40

50

多重化器 4 に出力する (ステップ S 4)。

【0064】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る任意視点映像 (自由視点映像) の奥行データを出力する奥行データ出力装置を包含した任意視点映像システムの構成を図4に基づいて説明する。

【0065】

図4に示すように、任意視点映像システム SA は、カメラ 10、20、・・・と、距離画像撮影カメラ (距離画像撮影手段) 13 と、送信機 30A と、受信機 40 とを備えて構成されている。なお、図1に示した任意視点映像システム S と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

10

【0066】

距離画像撮影カメラ 13 は、カメラ 10、20、・・・から被写体までの被写体距離を距離画像から得るものである。この距離画像は、白黒のグレースケールで表された画像 (遠くものほど黒く、近くのものほど白くなる画像) である。

【0067】

この被写体までの被写体距離 D (図2参照) は、背景技術の特許文献3に述べた方法と同じ方法により、距離画像撮影カメラ 13 に組み込まれたレーザ光線照射手段 (図示せず) によるレーザ光線などで測定することが可能である。しかし、その測定値をそのまま用いたのでは、被写体像のサイズと奥行データが不釣り合いとなることは背景技術の特許文献3で述べたとおりであり、奥行データ算出手段 11A で、第1実施形態と同様の処理を行い、奥行データを取得する。

20

【0068】

送信機 30A は、カメラ 10、20、・・・で撮影された映像データを符号化した符号化映像データと、距離画像撮影カメラ 13 で撮影された距離画像から得られた奥行データとを多重化した多重化データを、複数の受信機 40 に送信するもので、奥行データ出力装置 1A と、映像データ符号化器 2 と、多重化器 4 とを備えている。

【0069】

奥行データ出力装置 1A は、距離画像撮影カメラ 13 で得た距離画像が入力され、この距離画像から、被写体の再生像を任意視点から表示する任意視点映像を作成する際の被写体像の奥行きを規定する奥行データを出力するもので、記憶手段 5A と、奥行データ算出手段 11A と、係数選択手段 9 とを備えている。

30

【0070】

記憶手段 5A は、カメラ 10、20、・・・が有しているレンズの焦点距離を記憶しているもので、一般的なメモリ等の記録媒体によって構成されている。このレンズの焦点距離を  $f$  とする。

【0071】

奥行データ算出手段 11A は、距離画像撮影カメラ 13 で撮影された距離画像から得た被写体距離 D と記憶手段 5A に記憶されている焦点距離  $f$  とから、被写体と撮影された被写体像との像倍率  $f/D$  を求め、この像倍率  $f/D$  に係数選択手段 9 で選択された所定の係数を掛けることで、奥行データを算出して、多重化器 4 に出力するものである。どの係数を選択するかは、第1実施形態と同一の条件で選択する。

40

【0072】

なお、この奥行データ出力装置 1A は、図3に示した奥行データ出力装置 1 の動作とほぼ同じ動作をすることから、フローチャートを省略すると共に、奥行データ出力装置 1 の動作と異なる動作についてのみ説明する。

【0073】

奥行データ出力装置 1A は、奥行データ算出手段 11A によって、距離画像撮影カメラ 13 で撮影された距離画像から被写体距離 D を求める。ここでは、被写体距離 D は、距離画像撮影カメラ 13 に組み込まれたレーザ光線照射手段による測定結果から求められたも

50

のである。この様にして求めた距離値を輝度値とみなして図示したものが図 1 4 の距離画像（距離データ）である。そして、奥行データ出力装置 1 A は、この被写体距離  $D$  と焦点距離  $f$  とから、被写体と撮影された被写体像との像倍率  $f / D$  を求め、この像倍率  $f / D$  に係数選択手段 9 で選択された所定の係数を掛けることで、奥行データを算出して、多重化器 4 に出力する。

【 0 0 7 4 】

[ 第 3 実施形態 ]

【 0 0 7 5 】

先ず、第 3 実施形態の説明に入る前に、図 5 を参照して、カメラ 1 0 で、平面映像を撮影する場合について補足説明をする。

この場合のレンズ 1 2 から被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  と、レンズ 1 2 から被写体像 7 0 までの距離  $d$  との関係を図 5 ( b ) のグラフに示す。この例では、レンズ 1 2 の焦点距離は、 $f = 50 \text{ mm}$  としたが、無限遠から  $0.5 \text{ m}$  までの間の被写体 5 0 の像は、レンズ 1 2 から  $50 \text{ mm}$  離れた位置から  $56 \text{ mm}$  までの間に射影されており、非常にコンパクトな立体映像である事が分かる。

【 0 0 7 6 】

一方、被写体像 7 0 のサイズ  $b$  は、

$$b = A f / ( D - f ) \quad \dots ( 3 )$$

となるので、この被写体像 7 0 のサイズ  $b$  と位置  $d$  (ここで仮に像の奥行と呼ぶ) は、被写体 5 0 の実際のサイズ  $A$  と実際の被写体距離  $D$  を、同じ倍率  $f / ( D - f )$  倍したものである事が分かる。この関係を図 5 ( c ) に示す。

【 0 0 7 7 】

この図 5 ( c ) において、像の奥行比や像のサイズ比は、被写体 5 0 までの実際の距離が、 $D = 1 \text{ m}$  の時の値を 1 として表示している。通常、被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  はレンズ 1 2 の焦点距離  $f$  より十分大きいので、グラフに示すように、被写体像 7 0 の大きさと位置  $d$  とは被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  にほぼ反比例して小さくなるが、これは、人の目で自然界を見た時に網膜に映る映像と同じ傾向を示している。従って、この被写体像 7 0 を後述する体積表示ディスプレイやホログラフィックディスプレイに表示すると、自然な立体映像に見える。

【 0 0 7 8 】

この場合の像倍率  $f / ( D - f )$  は、従来例で述べた技術を用いて被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  が計測されれば、 $f / ( D - f )$  の値を求める事によって得られるので、被写体 5 0 の実際のサイズを測定したり、被写体像 7 0 のサイズを測定したりする必要はない。

【 0 0 7 9 】

また、後記するように、被写体像 7 0 の位置  $d$  を 2 台のカメラ 1 0、2 0 の視差量 から求める場合は、当該視差量 は、カメラ間隔を  $L$  とすると、 $d = L f / D$  であるので、被写体 5 0 までの実際の被写体距離  $D$  は、 $D = L f / d$  として求め、これより先と同様にして ( 3 ) 式より像倍率が得られる。

【 0 0 8 0 】

従って、この被写体像 7 0 を立体映像として表示する場合には、このレンズ 1 2 の後方に形成される立体映像のサイズ比  $f / ( D - f )$  を用いて被写体 5 0 までの被写体距離  $D$  を被写体像 7 0 の位置  $d = D f / ( D - f )$  に変換すれば、表示する立体映像のサイズに比例した奥行きが得られる。

【 0 0 8 1 】

この立体映像を表示するディスプレイ (図示せず) のサイズが変わった場合には、撮影時の映像サイズと表示する立体映像サイズとのサイズ比に、前記立体映像の位置  $d$  を掛ければ、映像サイズに応じた奥行となり、自然な立体映像が得られる。

【 0 0 8 2 】

しかも、この像の位置  $d$  は、被写体までの被写体距離  $D$  とカメラの焦点距離  $f$  のみから

10

20

30

40

50

得られるので、任意視点映像（自由視点映像）を生成するために用いられる同じ焦点距離  $f$  のカメラ間では、カメラを切り替えても立体映像のサイズや奥行は変化せず、自然に切り替えられる。又、この像の位置  $d$  はカメラ間隔  $L$  に依存しないので、表示すべき立体映像が決まれば、その立体映像だけで一意的に決まる。なお、平行配置のカメラ間では、被写体の距離はカメラの光軸上で測るので、全てのカメラに対して、被写体距離  $D$  は同じになる。従って、カメラのレンズの後方に出来る被写体像の光軸上の位置  $d$  も同じになる。

【 0 0 8 3 】

しかし、被写体像 70 の位置  $d$  を直接、奥行データに用いると、(2) 式や図 4 (a) に示すように、常にレンズの焦点距離  $f$  をオフセット値として当該奥行データが持つので、奥行データのダイナミックレンジの大半がこのオフセットの為に使われ、効率の悪いことが生じる。そこで、このオフセット値  $f$  を、被写体像 70 の位置  $d$  から引いた値を被写体像 70 の奥行データとして用いることにする。すなわち、

$$= d - f = D f / (D - f) - f = f^2 / (D - f) \quad \dots (4)$$

となる。

これにより、奥行データのダイナミックレンジをフルに使う事ができ、効率がよい。

【 0 0 8 4 】

この(4)式の値は、カメラが平面映像を映す場合には、(1)式で与えられる像倍率  $f / D$  に、 $D f / (D - f)$  を掛ける事により、容易に得られるので、立体映像を撮影出来ない通常のカメラで撮影した映像データ（平面映像データ）にも、正しい奥行データを与えることができる。

ちなみに、(1)式の像倍率  $f / D$  に、直接、被写体 50 からの被写体距離  $D$  を掛けたのでは、その値は被写体 50 からの被写体距離  $D$  に拘わらず、常に  $f$  となり、立体映像にならない。

【 0 0 8 5 】

次に、本発明の第3実施形態に係る任意視点映像（自由視点映像）の奥行データを出力する奥行データ出力装置を包含した任意視点映像システムの構成を図6に基づいて説明する。

図6に示すように、任意視点映像システム S B は、受光面移動カメラ 10 B、20 B、・・・と、送信機 30 B と、受信機 40 とを備えて構成されている。なお、図1に示した任意視点映像システム S と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 8 6 】

受光面移動カメラ 10 B、20 B、・・・は、被写体を撮影する際にフレーム画像（レーヤ映像）ごとに、受光面 10 b、20 b の位置が移動可能に構成されたものである。この受光面 10 b、20 b は、レンズに対向したまま前後に移動する。従来 of 1 フレームの画像を撮影する時間内に、受光面位置をずらせながら多数枚の映像を撮影する。この各映像をレーヤ映像と称す。この様にすると、1 フレームの映像が多数枚のレーヤ映像で構成され、各フレームで被写体像の焦点の合っている部分が異なるので、これを重ねて見ると立体映像になる。なお、この受光面 10 b、20 b がレンズの焦点距離  $f$  の位置から移動した距離が奥行データとなる。この実施形態では、受光面 10 b、20 b が移動する構成としているが、レンズが同様に移動する機構を備えたレンズ移動カメラ（図示せず）でもよい。又、移動しない透明な受光面（図示せず）を多数重ねたもので、被写体像の焦点が合った部分が写っているレーヤの焦点距離  $f$  の位置からの距離でもよい。

【 0 0 8 7 】

送信機 30 B は、受光面移動カメラ 10 B、20 B、・・・で撮影された映像データを符号化した符号化映像データと、受光面移動カメラ 10 B、20 B、・・・で得られた奥行データとを多重化した多重化データを、複数の受信機 40 に送信するもので、奥行データ出力装置 1 B と、映像データ符号化器 2 と、多重化器 4 とを備えている。

【 0 0 8 8 】

奥行データ出力装置 1 B は、受光面移動カメラ 10 B、20 B、・・・で撮影された映

10

20

30

40

50

像データが入力され、被写体の再生像を任意視点から表示する任意視点映像を作成する際に、表示映像に奥行きがある様に見せる為のパラメータである奥行き（以下、被写体像の奥行きと言う）を規定する奥行きデータを出力するもので、記憶手段 5 と、係数選択手段 9 B と、被写体抽出手段 1 5 と、奥行きデータ算出手段 1 1 B とを備えている。

【 0 0 8 9 】

被写体抽出手段 1 5 は、受光面移動カメラ 1 0 B、2 0 B で撮影された映像データに含まれる各レーヤ映像において、予め設定した閾値よりも高い周波数成分を含む画素を抽出し、この画素が所定数以上含まれる同系色の画素の領域を被写体像として抽出するものである。

【 0 0 9 0 】

閾値は、受光面を前後に移動した時の同じ画素位置での周波数成分であり、最も高い周波数成分を持つレーヤが選ばれる。所定数以上とは、1 画素以上である。同系色の画素とは、画素値が例えば、0 ~ 2 5 5 の範囲にある場合、± 1 0 の画素値を持つ画素である。

【 0 0 9 1 】

奥行きデータ算出手段 1 1 B は、被写体抽出手段 1 5 で被写体像が抽出されるまでに受光面 1 0 b、2 0 b の位置が移動した移動距離から、被写体距離 D を得て、被写体と撮影された被写体像の像倍率  $f / (D - f)$  を算出し、この像倍率  $f / (D - f)$  に係数選択手段 9 で選択された係数を掛けることで、奥行きデータを算出するものである。

【 0 0 9 2 】

係数選択手段 9 B は、ディスプレイが多眼式立体映像ディスプレイで、人間の両眼間の平均距離が未定の場合、所定の係数として、1 を選択し、ディスプレイが多眼式立体映像ディスプレイで、人間の両眼間の平均距離があらかじめ与えられている場合、所定の係数として、人間の両眼間の平均距離 B を選択する。また、係数選択手段 9 B は、ディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイである場合で、映像データが立体映像データである場合、所定の係数として、 $f$  を選択し、表示するディスプレイが未定の場合、所定の係数として  $1 / f$  を選択する。

【 0 0 9 3 】

ここで、この第 3 実施形態の任意視点映像システム S B において、奥行きデータ出力装置 1 B で奥行きデータを出力する場合について、図 7 に基づいて説明する。図 7 では、被写体 8 0 が、そこから被写体距離 D 離れた位置の焦点距離  $f$  のレンズ 1 2 により射影され、レンズ 1 2 の後方の位置 d に、被写体像 8 1 を形成する。

【 0 0 9 4 】

この任意視点映像システム S B の受光面移動カメラ 1 0 B、2 0 B、・・・の受光面 1 0 b、2 0 b、・・・の位置を前後に動かす事や、この受光面 1 0 b、2 0 b それぞれについて、透明なイメージセンサを多数重ねた立体的なイメージセンサを構成した場合で、このレンズ 1 2 の後方にできる焦点の合った立体映像を 3 次元的に撮影できる場合には、撮影される被写体の像倍率は、( 3 ) 式より、 $f / (D - f)$  で与えられる。

【 0 0 9 5 】

このため、これに受光面移動カメラ 1 0 B、2 0 B の焦点距離  $f$  を掛ける事により、奥行きデータ  $= f^2 / (D - f)$  を容易に得る事ができる。また、この場合には、被写体 8 0 が撮影された受光面 1 0 b の位置 d が分かっているので、この位置 d からカメラの焦点距離  $f$  を引くことで、 $d - f$  としてその値を直接求める事ができ、レーザ等で被写体距離を計測する必要がなくなり、好都合である。

【 0 0 9 6 】

なお、この奥行きデータ出力装置 1 B は、図 3 に示した奥行きデータ出力装置 1 の動作とほぼ同じ動作をすることから、フローチャートを省略すると共に、奥行きデータ出力装置 1 の動作と異なる動作についてのみ説明する。

【 0 0 9 7 】

奥行きデータ出力装置 1 B は、被写体抽出手段 1 5 によって、予め設定した閾値よりも高い周波数成分を含む画素を抽出し、この画素が所定数以上含まれる同系色の画素の領域を

10

20

30

40

50



被写体像として抽出する。この被写体像を抽出するまでに受光面 10b、20b が移動距離から被写体距離 D を求める。そして、奥行データ出力装置 1B は、被写体距離 D と焦点距離 f とから、被写体と撮影された被写体像との像倍率  $f / (D - f)$  を求め、この像倍率  $f / (D - f)$  に係数選択手段 9 で選択された所定の係数を掛けることで、奥行データを算出して、多重化器 4 に出力する。

【0098】

次に、第 1 実施形態から第 3 実施形態までに共通する受信機 40 の構成について、図 8 を参照して説明する。

この図 8 に示すように、受信機 40 は、送信機 30、30A、30B から送信された多重化データを受信して、多眼立体映像又は映像自身が奥行きを持つ立体映像を出力するので、受信分離手段 17 と、映像データ復号手段 19 と、映像作成手段 21 と、奥行データ受信装置 1C と、を備えている。

10

【0099】

奥行データ受信装置 1C は、奥行データを受信して、前記映像データを表示する際に、表示映像に奥行きがある様に見せる為のパラメータである奥行きを被写体の再生像の奥行きとして出力するもので、奥行データ取得手段 23 と、記憶手段 5C と、係数選択手段 9C と、奥行算出手段 25 とを備えている。なお、図 1、3、5 に示した任意視点映像システム S、SA、SB と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。なお、このパラメータの具体的なものは、後記する図 12 の“奥行データ”に“受信側係数”を掛けたものとなる。

20

【0100】

なお、この受信機 40 は、多重化データに奥行データが多重化されている場合に対応しており、この受信機 40 は、受信した奥行データの種類と、接続されたディスプレイの種類を判定することで、視差量 又は、前記した立体映像の位置  $d (d = Df / (D - f))$  を算出して、これを用いた多眼立体映像ディスプレイ又は映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイに表示映像を出力することができる。

【0101】

また、この受信機 40 には、図示を省略したが、出力する多眼立体映像又は映像が奥行きを持った立体映像に対応したディスプレイ（後記する電子ホログラフィディスプレイ 53、両眼視差型の立体映像ディスプレイ、2 視差以上の多眼立体ディスプレイ、3 次元ディスプレイ）が接続されている。

30

【0102】

なお、これらのディスプレイは既存のもの（当業者にとっては一般的なもの）でよいので、詳細な説明を省略するが、電子ホログラフィディスプレイ 53 とは、被写体から出た光を方向も含めてそのまま表示するディスプレイであり、例えば、外の景色からの光が窓のガラス面を通過するときの光を干渉縞として撮影・再生するものである。この再生光は、撮影時と同じ方向と色で再生されるものなので、この電子ホログラフィディスプレイ 53 では、ガラス窓から外をみたのと同じ景色が再現される。さらに、この再生光は、第 3 の実施形態で示した様な映像自身が奥行きを持つ立体映像から出た光の干渉縞として計算で求める事が出来る。

40

【0103】

また、両眼視差型の立体映像ディスプレイとは、左右の目に少し被写体像の位置のずれた映像を見せるディスプレイで、その映像のズレ量を人間は奥行きと感じ、立体に見えるものである。さらに、2 視差以上の多眼立体ディスプレイとは、このずれた映像のズレ量を変えながら多数表示するものである。そして、3 次元ディスプレイとは、液晶ディスプレイの様な透明な表示板を多数重ねて奥行きのある立体ディスプレイを構成し、それぞれの表示板に請求項 4 で述べた立体映像カメラで撮影した各レーヤ映像を表示したものである。

【0104】

受信分離手段 17 は、受信した多重化データを符号化映像データと、奥行データとに分

50

離し、符号化映像データを映像データ復号手段 19 に、奥行データを奥行データ受信装置 1C に出力するものである。

【0105】

映像データ復号手段 19 は、受信分離手段 17 で分離された符号化映像データを復号するものである。この映像データ復号手段 19 は、復号した映像データを映像作成手段 21 に出力する。

【0106】

映像作成手段 21 は、映像データ復号手段 19 から出力された映像データと、奥行データ受信装置 1C から得た奥行きとに基づいて、多眼立体映像又は映像が奥行きを持つ立体映像を作成するものである。

10

【0107】

奥行データ取得手段 23 は、受信分離手段 17 で多重化データから分離された奥行データを取得し、当該奥行データに付随している、表示するディスプレイの種類を指定するフラグ（前記した“F”）に従って当該奥行データの種類を判定し、奥行算出手段 25 に出力すると共に、被写体距離  $D$  を記憶手段 5C に記憶されているカメラの焦点距離  $f$  を用いて算出し、係数選択手段 9C に出力するものである。

【0108】

奥行データ取得手段 23 では、奥行データを  $Z$  とすると、例えば、フラグ“F”が“ $F = 0$ ”の場合、任意視点映像を表示する際のディスプレイが立体映像ディスプレイであり、被写体距離  $D$  を  $D = f^2 / Z$  として得る。また、フラグ“F”が“ $F = 1$ ”の場合、任意視点映像を表示する際のディスプレイが多眼立体映像ディスプレイで両眼の間隔  $B$  が既知であり、被写体距離  $D$  を  $D = f B / Z$  として得、フラグ“F”が“ $F = 2$ ”の場合、任意視点映像を表示する際のディスプレイが多眼立体映像ディスプレイで両眼の間隔  $B$  が未知であり、被写体距離  $D$  を  $D = f / Z$  として得、フラグ“F”が“ $F = 3$ ”の場合、任意視点映像を表示する際のディスプレイが未知であり、被写体距離  $D$  を  $D = 1 / Z$  として得る。

20

【0109】

さらに、奥行データ取得手段 23 は、奥行データにもう 1 ビットのフラグ（例えば、このフラグを“G”で表し、1 bit ( $G = 0, 1$ ) とする）が付随されている場合には、そして、このフラグ  $G$  により、“ $F = 0, G = 0$ ”は、 $D = f$  でない場合の奥行データを表し、被写体距離  $D$  を  $D = f^2 / Z + f$  として得、“ $F = 0, G = 1$ ”は、 $D = f$  の場合の奥行データを表し、被写体距離  $D$  を  $D = f^2 / Z$  として得る。

30

【0110】

記憶手段 5C は、送信側で被写体を撮影した際のカメラについて、当該カメラのレンズの焦点距離  $f$  と、人間の両眼の平均距離  $B$  とを記憶しているもので、一般的なメモリ等の記録媒体によって構成されている。

【0111】

係数選択手段 9C は、奥行データ取得手段 23 で判定した奥行データの種類（フラグの値、被写体距離  $D$ ）と記憶手段 5C に記憶されている焦点距離  $f$  とに基づいて、所定の係数を選択して、奥行算出手段 25 に出力するものである。

40

【0112】

この係数選択手段 9C は、表示する際のディスプレイ（接続されているディスプレイ）が奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、映像データが平面映像データであり、被写体距離  $D$  と焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D = f$  でない場合、所定の係数に 1 を選択する。また、この係数選択手段 9C は、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、人間の両眼間の平均距離  $B$  が送信側で未定の場合、所定の係数に記憶手段 5C から読み出した平均距離  $B$  を選択する。

【0113】

さらに、この係数選択手段 9C は、表示する際のディスプレイが 2 眼を含む多眼立体映像ディスプレイであり、平均距離  $B$  が送信側にあらかじめ与えられている場合、所定の係

50

数に 1 を選択する。さらに、この係数選択手段 9 C は、表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、映像データが立体映像データである場合、所定の係数に 1 を選択する。さらにまた、この係数選択手段 9 C は、表示する際のディスプレイが映像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイであり、前記映像データが平面映像データであり、被写体距離  $D$  と焦点距離  $f$  とを比較した比較結果が  $D = f$  の場合、所定の係数に 1 を選択する。そして、この係数選択手段 9 C は、表示する際のディスプレイが送信側で未定である場合、接続されているディスプレイが 2 眼を含む多眼立体ディスプレイか映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイかに応じて、所定の係数にそれぞれ  $f/B$  若しくは  $f^2$  を選択する。

【0114】

奥行算出手段 2 5 は、奥行データ取得手段 2 3 で取得された奥行データに、係数選択手段 9 C で選択された所定の係数を掛けることで、表示する際のディスプレイに対応させた被写体の再生像の奥行きを出力する

【0115】

次に、図 9 に示すフローチャートを参照して、奥行データ受信装置 1 C の動作について説明する（適宜、図 8 参照）。

奥行データ受信装置 1 C は、奥行データ取得手段 2 3 によって、取得された奥行データの種類が直接奥行きとして使える形（所定の係数に 1 を選択する場合）か、所定の係数（1 以外の所定の係数）を掛ける必要があるかを判定する（ステップ S 1 1）。続いて、奥行データ受信装置 1 C は、係数選択手段 9 C によって、接続されているディスプレイが 2 眼を含む多眼立体ディスプレイか映像自身が奥行きを持つ立体映像ディスプレイかを判定する（ステップ S 1 2）。

【0116】

そして、奥行データ受信装置 1 C は、係数選択手段 9 C によって、奥行データ取得手段 2 3 で判定された奥行データの種類と、判定されたディスプレイの種類に応じて、記憶手段 5 C に記憶されている焦点距離  $f$  と人間の両眼間の平均距離  $B$  とを用いて、所定の係数を選択する（ステップ S 1 3）。そして、奥行データ受信装置 1 C は、奥行算出手段 2 5 によって、奥行データ取得手段 2 3 で取得された奥行きデータと係数選択手段 9 C で選択された所定の係数を掛けることで奥行きを算出して、出力する（ステップ S 1 4）。

【0117】

また、この第 3 実施形態の任意視点映像システム S B で撮影された映像データが、多重化データとして送信されるまでの処理について、図 1 0 を参照して説明する（適宜、図 6 参照）。

この任意視点映像システム S B の受光面移動カメラ 1 0 B で撮影された近景の被写体 9 0 と遠景の被写体 1 0 0 を含む映像データは、近景の被写体像 9 1 が大きく、遠景の被写体像 1 0 1 が小さく撮影される。そして、この映像データは、送信機 3 0 B に送られ、その中で被写体 9 0 及び 1 0 0 の色や形を表す画像データと、奥行データとに変換される。

【0118】

なお、この図 1 0 には示していないが、他の受光面移動カメラで撮影された映像データも同様の処理が行われ、全ての映像データが受信機 4 0（図 1 参照）に送られて、受信機側で視聴者が希望する視点からの映像（任意視点映像）を抽出してディスプレイ（図示せず）に表示することができる。

【0119】

また、任意視点映像システム S B では、図示していないが、ネットワークに接続して受信機 4 0 から送信されたリクエスト信号（視聴者が視聴を希望する任意視点映像を指定した信号）を受信する受信手段を備えている場合で、且つ、このリクエスト信号に基づいて、任意視点映像を作成する任意視点映像作成手段を備えている場合には、送信機 3 0 B にて、リクエスト信号に基づいた任意視点映像を作成し、受信機 4 0 に送ることで、受信機側の視聴者は、視聴者が希望した自由な視点からの任意視点映像を享受することができる。

## 【 0 1 2 0 】

さらに、この第3実施形態の任意視点映像システムSBで送信された多重化データが立体映像として表示されるまでの処理について、図11を参照して説明する（適宜、図8参照）。

受信機40では、図11に示すように、画像データとその奥行データを受け取った受信機40に電子ホログラフィディスプレイ53が接続されている。この電子ホログラフィディスプレイ53は、液晶表示素子等で構成されたものである。

## 【 0 1 2 1 】

また、受信機40は、映像作成手段21によって、受け取った画像データ（映像データ）と奥行データとから立体映像51を再構成（作成）する。そして、受信機40は、映像作成手段21によって、この立体映像51から光が出たとして、その前面の適当な位置に置いたホログラム面52に届いた時の光の振幅 $|M|$ と位相 $\phi$ とを計算して、 $|M| \cos \phi$ で表されるホログラムパターンを求めている。なお、ホログラム面52は、映像作成手段21の具体的な構成における一部分である。また、この映像作成手段21で作成されたものが立体映像51である。

10

## 【 0 1 2 2 】

このホログラムパターンは、立体映像51にレーザ光を当てて反射して来る光に、同じレーザ光を重ねて照射した時に出来る干渉縞と同じものである。これを電子ホログラフィディスプレイ53に表示し、参照光として同じレーザ光を当てると、レーザ光が干渉縞により回折され、電子ホログラフィディスプレイ53から多方向の回折光が出てくることになる。

20

## 【 0 1 2 3 】

そして、この多方向の回折光の強さ及び方向は、元の立体映像51の表面から出た光と同じになるので、この光を視聴者が見ると、電子ホログラフィディスプレイ53の背面側に立体映像51がある様に見える。なお、参照光が単色であると、再生される映像も単色であるが、赤緑青色のレーザ光を当てた時の干渉縞を計算し、これを電子ホログラフィディスプレイ53に表示して、赤緑青色の参照光を当てれば、カラーの立体映像も再生することができる。

## 【 0 1 2 4 】

ここで再構成される立体映像51は、受信する画像データが、画素毎にその色や明るさの値を持ち、奥行データが対応する画素毎にその奥行値を持っているので、これらの値をそのまま使って容易に立体映像を再構築できる。

30

## 【 0 1 2 5 】

また、奥行データ $d - f = f^2 / (D - f)$ が、映像データを撮影した受光面移動カメラ10Bと異なる位置から計測された場合には、奥行が計測された位置とカメラ位置の距離Cを用いて、奥行データの各画素位置を、 $C / f = f C / (D - f)$ ずつずらせば、撮影された映像データの画素に対応した奥行データが得られる。

## 【 0 1 2 6 】

この場合に、受信機40において、新たな奥行データが重なる画素位置では、値の大きい奥行データを採用すれば、手前の被写体の奥行データとなる。新たな奥行データが得られなかった画素位置は、前景に隠れていた背景であるので、近傍の値の小さい奥行データを用いればよい。この操作は、送信側で行ってもよいし、受信側で行ってもよい。

40

## 【 0 1 2 7 】

また、受信機40において、この立体映像51を2枚の視差画像に変換して、両眼視差型の立体映像ディスプレイ（図示せず）に表示する場合は、人間の両眼間の平均距離B（以下、単に両眼の間隔Bともいう）があらかじめ求められている場合は、送信側で像倍率 $f / (D - f)$ に両眼の間隔Bをかけたもの $f B / (D - f)$ を奥行データとして送り、受信側では、この奥行データをそのまま視差量として両眼視差型の立体映像ディスプレイに表示する。

## 【 0 1 2 8 】

50

さらに、送信機 30B において、両眼の間隔  $B$  が未定の場合は、像倍率  $f / (D - f)$  をそのまま奥行データとして送り、受信機 40 において、両眼の間隔  $B$  を得て、この奥行データにその値を掛けたもの  $f B / (D - f)$  を視差量として両眼視差型の立体映像ディスプレイに表示する。

【0129】

そして、受信機 40 において、映像作成手段 21 によって、この視差量だけ、画像データの各画素位置をずらせて視差画像を作成すれば、両眼視差型の立体映像ディスプレイに、容易に両眼視差型の立体映像を表示することができる。

【0130】

さらに、受信機 40 において、2 視差以上の多眼立体ディスプレイ（図示せず）に表示する場合は、映像作成手段 21 によって、同様にして得られた視差量ずつ、隣り合う視差画像の画素位置をずらせながら表示すれば、多眼の立体映像を容易に得ることができる。

10

【0131】

また、受信機 40 において、液晶パネルを多数枚積層したような 3 次元ディスプレイ（図示せず）が接続されている場合には、送信機 30B において、像倍率  $f / (D - f)$  に、記憶されているレンズの焦点距離  $f$  を掛けたものを奥行データとして送る。そして、受信機 40 において、送られてくる画像データの画素値をその奥行データで指定される液晶パネル上に表示する事により、特別な変換なしに立体映像を表示することができる。

【0132】

さらにまた、この様にして表示される立体映像は、元の被写体の実サイズの空間を表示したものではないが、この立体映像を撮影時のレンズの焦点距離  $f$  だけ離れた位置から観察者が見れば、実空間を見た時と同じ網膜像が観察者の目に写るので、実空間を見たのと同じ立体感を得ることができる。なお、立体映像が拡大表示される場合は、当該立体映像を見る距離も同じ比率で拡大すればよい。

20

【0133】

ここで、係数選択手段 9C で選択される所定の係数について、様々なバリエーション（一部重複した説明も含む）と、それらの場合の効果について纏めて説明する。

第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、ディスプレイが映像自身に奥行きを持つ立体映像ディスプレイの場合は、被写体像の像倍率  $f / D$  に、所定の係数として、 $D f / (D - f)$  を掛けて奥行データとしたか、被写体までの被写体距離  $D$  がレンズの焦点距離  $f$  より十分大きい場合には、所定の係数はほぼレンズの焦点距離  $f$  に近くなるので、このような場合には、 $D f / (D - f)$  を掛ける代わりに、レンズの焦点距離  $f$  のみを掛けたものを奥行データとしている。このため、この場合は、接続されているディスプレイが立体映像ディスプレイである事を確認して、奥行データをそのまま奥行きとして出力する。これにより、奥行を求める操作が簡略化され、高速に奥行を求める事が可能になる。

30

【0134】

また、送信側でディスプレイが多眼立体ディスプレイであることが分かっており、人の両眼の間隔  $B$  があらかじめ知られている場合は、奥行データには、所定の値として  $B$  が掛かっているので、この場合は、奥行データ受信装置 1C は、接続されているディスプレイが多眼立体映像ディスプレイである事を確認して、奥行データをそのまま奥行きとして出力する。これにより、受信側での処理が更に容易になる。

40

これにより、奥行きは、直接視差量を表すので、この値だけ画素位置をずらせて 2 眼を含む多眼立体ディスプレイに表示すれば、容易に立体映像が得られ、受信側で特別な処理を不要にすることができる。

【0135】

さらに、送信側でディスプレイが多眼立体ディスプレイであることが分かっており、人の両眼の間隔  $B$  が未定の場合は、奥行データには、所定の値として 1 が掛かっているので、この場合は、奥行データ受信装置 1C は、接続されている多眼立体映像ディスプレイの両眼の間隔  $B$  を得て、奥行データに  $B$  を掛けて奥行として出力する。

50

## 【 0 1 3 6 】

さらに、送信側でディスプレイの種類が未定の場合は、奥行データには、所定の値として  $1/f$  が掛かっているので、この場合は、奥行データ受信装置 1 C は、接続されているディスプレイが多眼立体映像ディスプレイか、映像が奥行きを持つ立体映像ディスプレイかを判定して、多眼立体映像ディスプレイの場合は、記憶手段 5 C に記憶されている焦点距離  $f$  と両眼の間隔  $B$  を得て、 $f B$  を奥行データに掛けて奥行きとして出力する。接続されているディスプレイが像に奥行きを持つ立体映像ディスプレイの場合は、 $f^2$  を奥行データに掛けて奥行きとして出力する。

## 【 0 1 3 7 】

これらの所定の係数を掛ける処理は、受信機 4 0 において、受信した奥行データの種類と接続されたディスプレイの種類に応じて、正しい視差量又は立体映像の奥行きを出力することができる。

10

## 【 0 1 3 8 】

なお、受信機 4 0 で表示するディスプレイが平面映像ディスプレイの場合は、送られてくる奥行データから、像倍率  $f/D$  又は  $f/(D-f)$  を得て、これに映像を表示すべき視点位置と送られてくるカメラ映像の視点位置間の距離  $C$  を掛けた値  $f C/D$  もしくは  $f C/(D-f)$  ずつ被写体像をずらせて表示すれば、所望の視点位置からの映像を表示出来る。

## 【 0 1 3 9 】

なお、第 1 実施形態では、視差量  $= f L/D$  から被写体の被写体距離  $D$  を求めて、像倍率  $f/D$  を出し、これに所定の係数を掛けて奥行データを出力したが、ディスプレイが平面ディスプレイ又は多眼立体映像ディスプレイの場合は、視差量  $= f L/D$  から直接像倍率  $f/D$  を求めて、所定の係数を掛けてもよい。

20

## 【 0 1 4 0 】

すなわち、本発明の奥行データを用いれば、どのような立体映像ディスプレイに対しても容易に幾何学的に正しい立体映像を表示できる。

## 【 0 1 4 1 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態には限定されない。例えば、本実施形態では、奥行データ出力装置 1、1 A、1 B を送信機 3 0、3 0 A、3 0 B に包含し、奥行データ受信装置 1 C を受信機 4 0 に包含するものとしているが、両者を合わせて構成してもよい。

30

また、奥行データ出力装置 1、1 A、1 B 及び、奥行データ受信装置 1 C の各構成による処理をコンピュータ言語で実現可能に記述した奥行データ出力プログラムとして構成することも可能である。

## 【 0 1 4 2 】

ここで、奥行データと係数選択手段で選択される所定の係数との関係について、図 1 2 を参照して説明する。この図 1 2 において、距離測定の「視差量計測」が第 1 実施形態に対応しており、「距離カメラ」が第 2 実施形態に対応しており、「受光面位置」が第 3 実施形態に対応している。

そして、「送信側係数」が送信機 3 0、3 0 A、3 0 B で選択される所定の係数を、「受信側係数」が受信機 4 0 で選択される所定の係数を示している。

40

## 【 0 1 4 3 】

この図 1 2 に示したように、奥行データ出力装置 1、1 A、1 B から奥行データを出力する際の所定の係数と、奥行データ受信装置 1 C で任意視点映像を表示する際に用いる奥行値に、当該奥行データを加工する際の所定の係数との関係が明確になっている。

## 【 0 1 4 4 】

さらに、図 1 3 ~ 図 1 5 を参照して、視差データの例と、距離画像の例と、2 眼式立体映像ディスプレイ（図示せず）に表示する映像（右目用映像、左目用映像）の例とを示す。

図 1 3 に示したように、視差データは、2 つの映像データ（カメラ 1 画像、カメラ 2 画

50

像)を視差データ算出手段3に入力することで得られたものである。

【0145】

また、図14に示したように、距離画像(距離データ)は、距離画像撮影カメラ13から直接出力したものである。なお、距離画像撮影カメラ13は、光を被写体に照射する発光器13aと、被写体で反射した反射光を受光する受光器13bと、発光器13aが照射した光が反射光として受光されるまでの時間から被写体までの距離を距離画像として出力する距離計測器13cとから構成されている。

【0146】

さらに、図15に示したように、映像データと奥行データとを映像作成手段21に入力することで、2眼式立体映像ディスプレイに出力する右目用映像、左目用映像が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0147】

【図1】本発明の第1実施形態に係る任意視点映像システムの概略的な構成図である。

【図2】被写体までの光軸上で測った距離と、光軸に対して直角方向にずれた被写体のズレ量と被写体のサイズと、レンズでその焦点距離位置に投影される被写体像のサイズと、被写体像の光軸からのズレ量との関係を説明するための図である。

【図3】図1に示した奥行データ出力装置の動作を示したフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態に係る任意視点映像システムの概略的な構成図である。

【図5】カメラにより撮影される映像の像倍率と映像の位置の関係及び被写体像の像倍率と、その映像の奥行の比率を説明するためのグラフである。

20

【図6】本発明の第3実施形態に係る任意視点映像システムの概略的な構成図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る任意視点映像システムにおいて、被写体と、この被写体からレンズの後方の位置に形成された被写体像とを示した図である。

【図8】第1実施形態から第3実施形態まで共通する受信機の構成について説明するための図である。

【図9】第1実施形態ないし第3実施形態の奥行データを判定して奥行きを出力する奥行データ受信装置の動作を示したフローチャートである。

【図10】第3実施形態の任意視点映像システムで撮影された映像データが、多重化データとして送信されるまでを説明するための図である。

30

【図11】第3実施形態の任意視点映像システムで送信された多重化データが立体映像として表示されるまでを説明するための図である。

【図12】奥行データと係数選択手段で選択される所定の係数との関係について示した図である。

【図13】視差データについて例示した図である。

【図14】距離画像について例示した図である。

【図15】2眼式立体映像ディスプレイに出力する映像を例示した図である。

【図16】特許文献に開示されている従来の方法を説明するための図である。

【図17】従来 of 奥行表示尺度の例である。

【符号の説明】

40

【0148】

|            |           |
|------------|-----------|
| 1、1A、1B    | 奥行データ出力装置 |
| 1C         | 奥行データ受信装置 |
| 2          | 映像データ符号化器 |
| 3          | 視差データ算出手段 |
| 4          | 多重化器      |
| 5、5A、5B、5C | 記憶手段      |
| 7          | 距離算出手段    |
| 9、9B、9C    | 係数選択手段    |
| 10、20      | カメラ       |

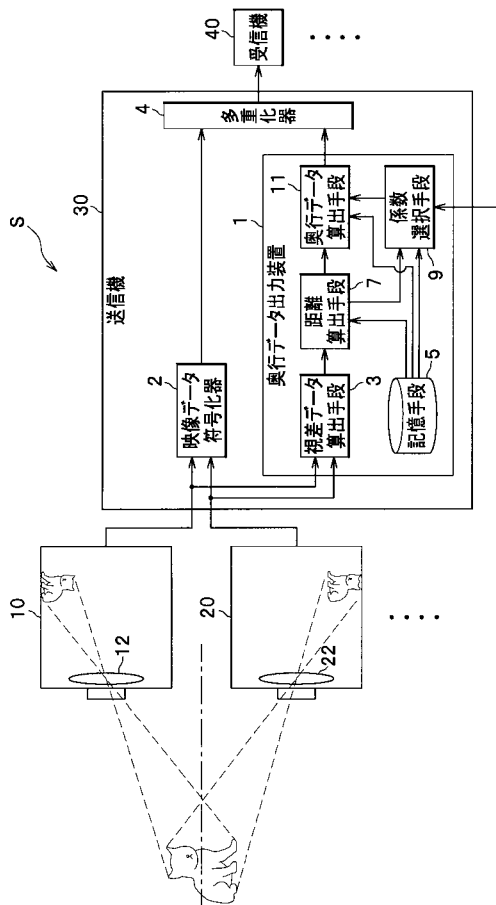
50

- 10 B、20 B 受光面移動カメラ
- 10 b、20 b 受光面
- 11、11 A、11 B 奥行データ算出手段
- 12、22 レンズ
- 13 距離画像撮影カメラ（距離画像撮影手段）
- 15 被写体抽出手段
- 17 受信分離手段
- 19 映像データ復号手段
- 21 映像作成手段
- 23 奥行データ取得手段
- 25 奥行算出手段
- 30、30 A、30 B 送信機
- 40 受信機
- 50、80 被写体
- 60、61、70、81 被写体像
- 52 仮想のホログラム面
- 53 電子ホログラフィディスプレイ
- 90 近景の被写体
- 91 近景の被写体像
- 100 遠景の被写体
- 101 遠景の被写体像

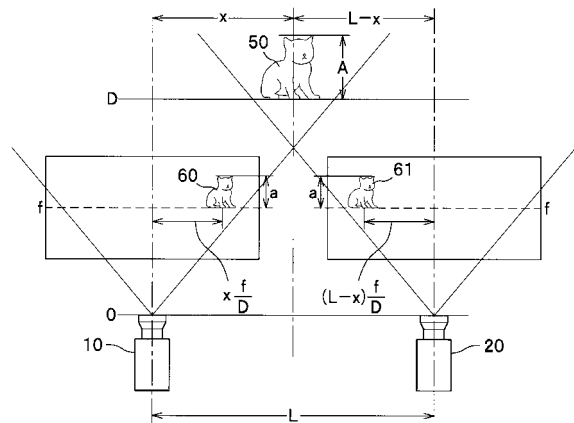
10

20

【図1】

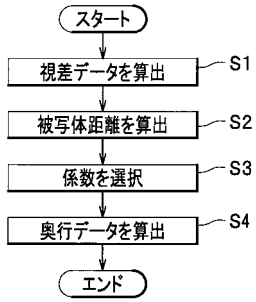


【図2】

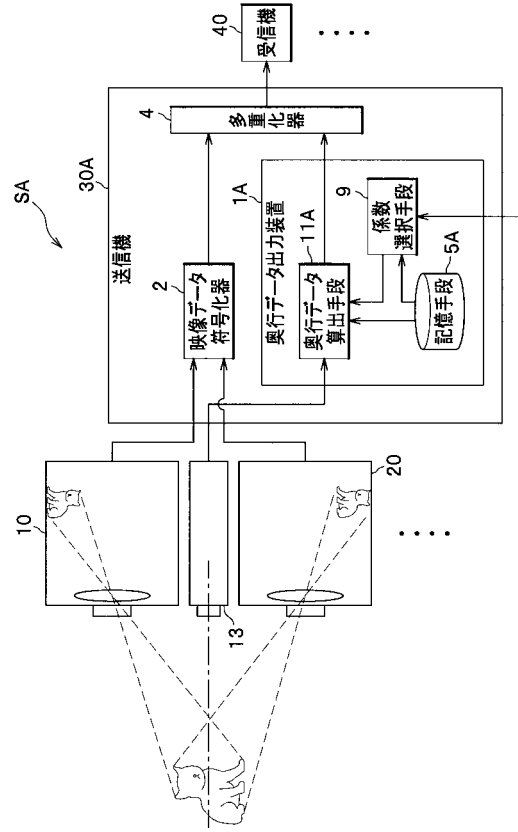




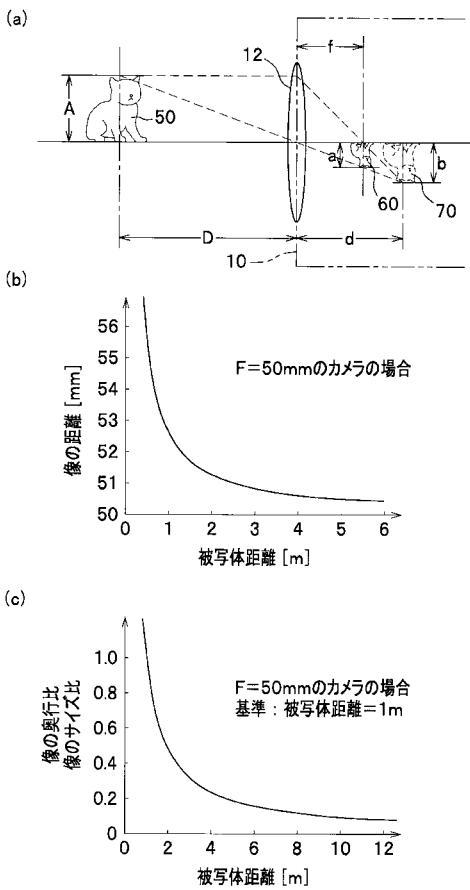
【 図 3 】



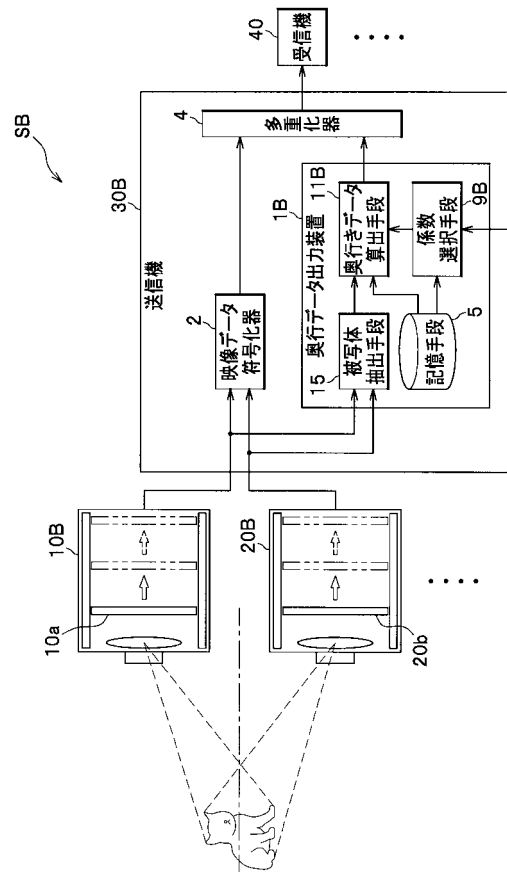
【 図 4 】



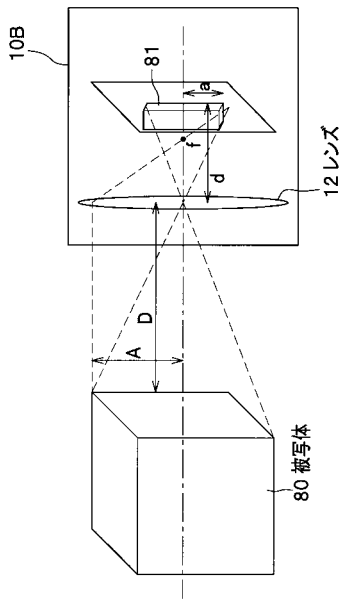
【 図 5 】



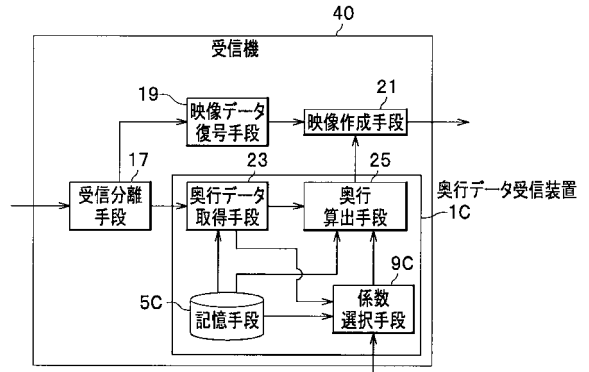
【 図 6 】



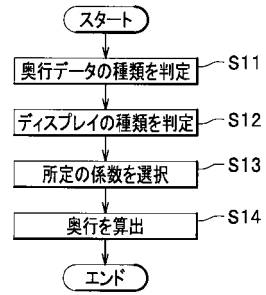
【 図 7 】



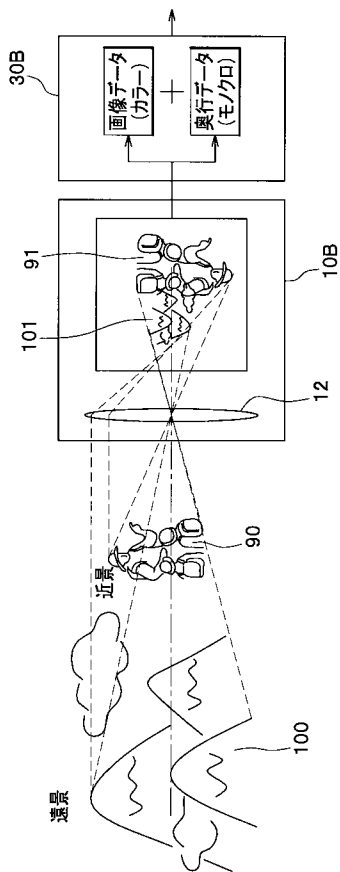
【 図 8 】



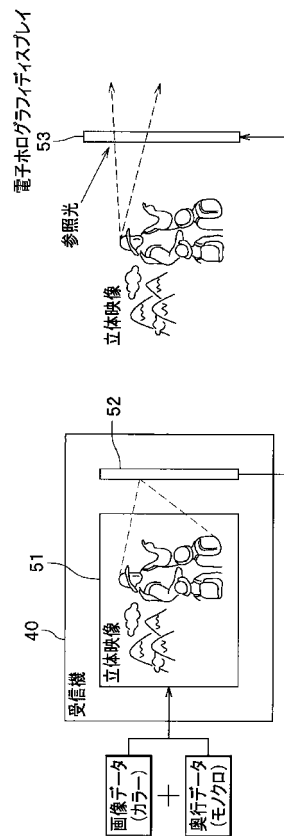
【 図 9 】



【 図 10 】



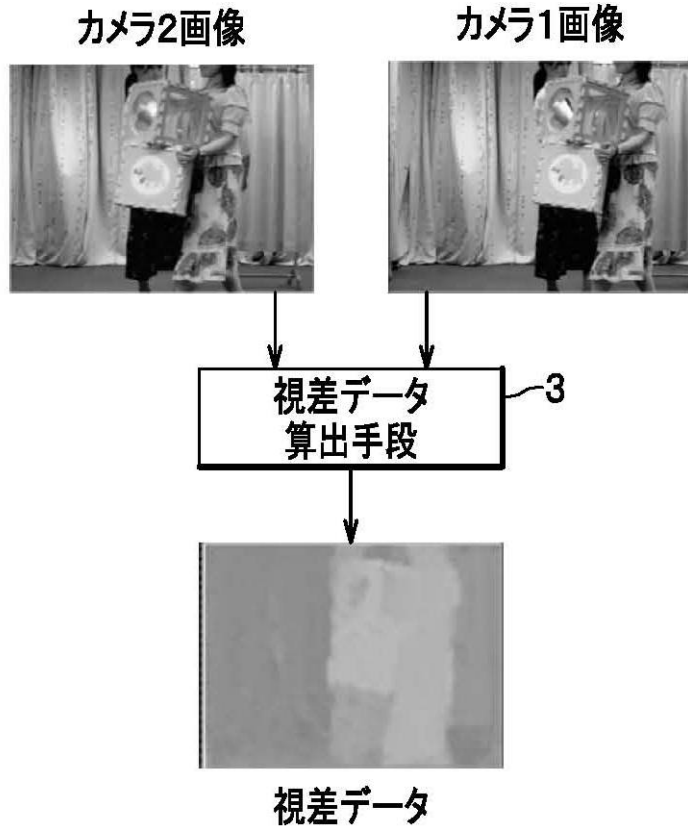
【 図 11 】



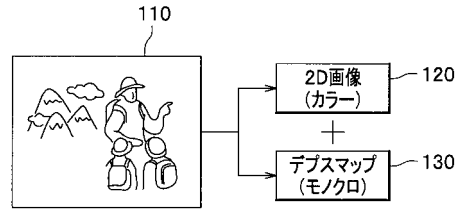
【 図 1 2 】

|            |            |               |   |                            |                                       |  |   |   |   |   |   |
|------------|------------|---------------|---|----------------------------|---------------------------------------|--|---|---|---|---|---|
| カメラ<br>平面力 | 像倍率<br>1/D | 距離判定<br>投差量測定 | 別定値<br>$\Delta=L/D$<br>$\Delta=L/D$<br>$\Delta=L/D$<br>$\Delta=L/D$<br>$\Delta=L/D$ | ディスプレイ<br>多眼立体             | 奥行<br>両眼視差<br>?<br>奥行<br>像の奥行<br>両眼視差 | 奥行量<br>$\Delta=FB/D$<br>$\Delta=FB/D$<br>?<br>$\delta=f^2/(D-f)$<br>$\delta=f^2/D$<br>$\Delta=FB/D$<br>$\Delta=FB/D$ | 奥行アータ<br>FB/D<br>1/D<br>1/D<br>$f^2/(D-f)$<br>$f^2/D$ | 送信側係数<br>B<br>1<br>1/f<br>$fD/(D-f)$<br>f | 受信側係数<br>1<br>B<br>$FB \text{ or } f^2$<br>1<br>1 | 補足<br>B既知<br>B未知<br>ディスプレイ未知<br>D>>>fでない<br>D>>>f |   |
| 立体力        | 1/(D-f)    | 距離カメラ         | D<br>D<br>D<br>D  | 不明<br>奥行立体<br>多眼立体<br>奥行立体 | ?<br>像の奥行<br>両眼視差                     | ?<br>?<br>$\delta=f^2/(D-f)$<br>$\delta=f^2/D$<br>$\Delta=FB/(D-f)$<br>$\Delta=FB/(D-f)$                             | 1/D<br>$f^2/(D-f)$<br>$f^2/D$<br>FB/(D-f)<br>FB/(D-f) | 1<br>1<br>1<br>1<br>1                     | B<br>B<br>$FB \text{ or } f^2$<br>B<br>B          | B既知<br>B未知<br>ディスプレイ未知<br>D>>>fでない<br>D>>>f       |   |
|            | 1/(D-f)    | 受光面位置         | $\delta=f^2/(D-f)$<br>$\delta=f^2/(D-f)$<br>$\delta=f^2/(D-f)$                      | 不明<br>奥行立体                 | ?<br>像の奥行                             | ?<br>?<br>$\delta=f^2/(D-f)$<br>$\delta=f^2/D$   | 1/(D-f)<br>1/(D-f)<br>1/(D-f)                         | 1<br>1<br>1                               | B<br>B<br>$FB \text{ or } f^2$                    | B既知<br>B未知<br>ディスプレイ未知                            |   |
|            | 1/(D-f)    |               |   | 奥行立体                       | 像の奥行                                  | $\delta=f^2/(D-f)$   | $f^2/(D-f)$   | f   | 1   | B   | B |

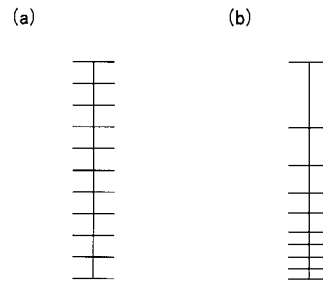
【 図 1 3 】



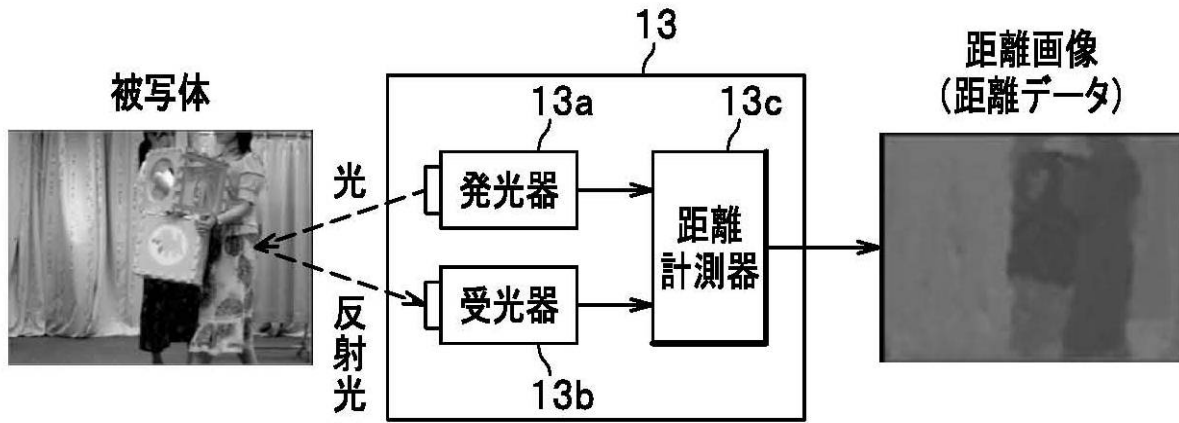
【 図 1 6 】



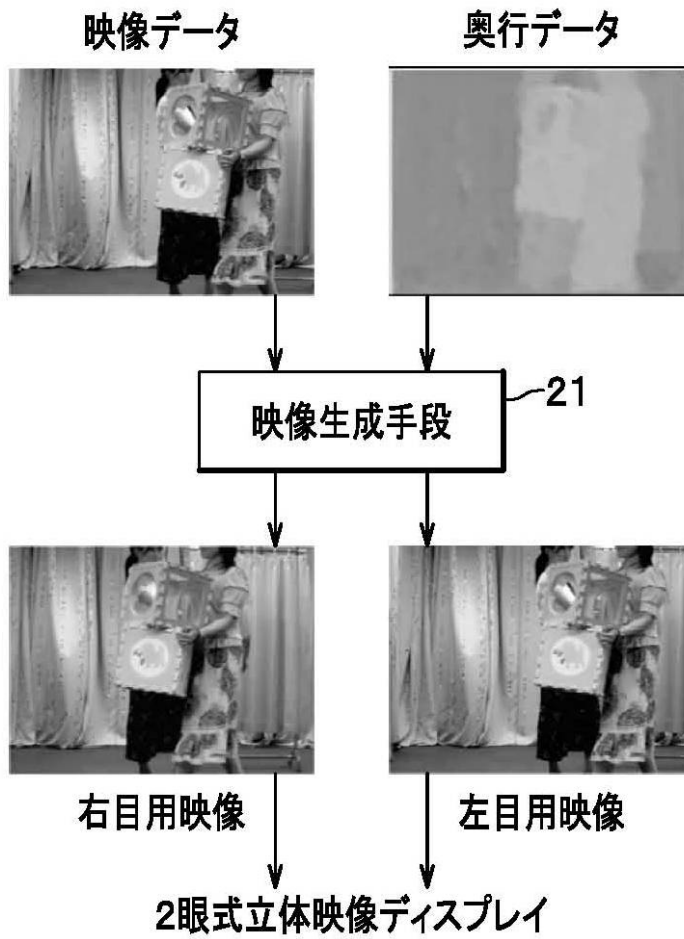
【 図 1 7 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 1 C 3/06 1 4 0

(72)発明者 大井 隆太郎  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

(72)発明者 三科 智之  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

(72)発明者 奥井 誠人  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 2F112 AC06

2H059 AA10 AA18 AA21

5C122 DA01 EA12 EA61 FA18 FB03 FH18 FK23 FK41 GA01 GC77

HA03 HA88 HB01 HB05 HB06 HB09 HB10