

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4520180号
(P4520180)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int. Cl. F I
GO6T 15/00 (2006.01) GO6T 15/00 300
GO6T 17/40 (2006.01) GO6T 17/40 E

請求項の数 32 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-54523 (P2004-54523) (22) 出願日 平成16年2月27日(2004.2.27) (65) 公開番号 特開2004-265413 (P2004-265413A) (43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24) 審査請求日 平成19年1月22日(2007.1.22) (31) 優先権主張番号 10/379409 (32) 優先日 平成15年3月1日(2003.3.1) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 500520743 ザ・ボーイング・カンパニー The Boeing Company アメリカ合衆国、60606-1596 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100 (74) 代理人 100109726 弁理士 園田 吉隆 (74) 代理人 100101199 弁理士 小林 義教 (72) 発明者 ケネス・エル・バーニー アメリカ合衆国、63366 ミズーリ州、オーファロン、ダンモア・サークル、51 最終頁に続く</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) 【発明の名称】 ディスプレイの視点に環境の画像を与えるためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

環境の画像をディスプレイに与えるためのシステムであって、
 視覚映像を捕らえるカメラを含む第1の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第2の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも2つの画像ソースを備え、各々の画像ソースは、視界を有し、環境の画像を与え、前記システムは、さらに、

それぞれの画像ソースおよび前記ディスプレイと通信するプロセッサを含み、

前記プロセッサは、選択された距離を受信し、

前記プロセッサは、形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定し、前記マッピング面は、前記画像ソースの視界内における環境を近似し、前記マッピング面は、各々がマッピング空間の3次元座標を表わす複数の頂点ベクトルを有し、

前記プロセッサは、前記画像ソースのディスプレイの領域内におけるマッピング面の選択された頂点のために、マッピング面の前記選択された頂点に対応する前記画像ソースによって与えられる画像のテクスチャベクトルを決定し、前記マッピング面の前記選択された頂点と、前記画像のテクスチャベクトルと、色ベクトルとを含むベクトルの集合を提供し、

前記プロセッサは、前記画像ソースの幾何学的構造、前記ディスプレイの幾何学的構造および前記マッピング面の幾何学的構造を互いに関連付けるモデルを規定し、前記画像ソ

10

20

ース、ディスプレイおよびマッピング面はすべて、異なる座標系を有し、前記プロセッサは、前記画像ソース、前記ディスプレイおよび前記マッピング面を異なる座標系に変換するためのモデルを規定するように構成され、

前記プロセッサは、前記画像ソースによって与えられる異なる種類の画像を前記モデルを用いて前記ディスプレイへマッピングし、

画像ソースAを含む前記画像ソースは、前記マッピング空間上で互いに重なるそれぞれの視界を有し、それによって、前記画像ソースは、前記マッピング面の前記選択された頂点に対応するテクスチャベクトルを有するそれぞれの画像を提供し、

前記画像ソースの各々によって与えられるそれぞれの画像は固有の特徴を有し、前記プロセッサは、各画像ソースのために、前記マッピング空間の前記選択された頂点と前記それぞれの画像ソースのテクスチャベクトルとを与え、それによって、前記画像ソースからの前記それぞれの画像は前記ディスプレイ上で重なり、前記プロセッサは、次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、前記それぞれの画像を組合せて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成し、

$$\text{Display1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度である、システム。

【請求項2】

前記画像ソースおよびディスプレイのうち少なくとも1つは、それに関連付けられた光学的歪みを有し、前記プロセッサにより規定されるモデルは光学的歪みの原因となる、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

それぞれの画像ソースの視界内におけるマッピング面の選択された座標のために、モデルを用いる前記プロセッサは、マッピング面上の選択された座標に対応する前記それぞれの画像ソースの座標を決定し、前記プロセッサはさらに、選択されたマッピング面座標に対応するディスプレイの座標に関連付け、ディスプレイ上において、対応する座標における前記それぞれの画像ソースの決定された座標に関連付けられる画像データを表示する、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

前記プロセッサは、中央プロセッサと、前記中央プロセッサからベクトルの前記集合を受けて、3D映像テクスチャの三角形としてベクトルの前記集合をレンダリングするグラフィックスプロセッサとを含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

前記ソース、前記ディスプレイおよび前記マッピング空間のうち少なくとも2つは、異なる座標系を有し、前記プロセッサは、ベクトルを相関付けることができるように、前記ソース、前記ディスプレイおよび前記マッピング空間のうち前記2つのベクトルを基本の座標系に変換するための変換を算出する、請求項4に記載のシステム。

【請求項6】

それぞれの画像ソースの視界は、マッピング空間に投影される画像を規定し、前記プロセッサは、マッピング面に投影される画像より小さなタイルを規定し、タイル内の画像のテクスチャベクトルすべては、マッピング面のそれぞれの頂点に関連付けられ、タイルの外側の位置にあるマッピング面に投影するテクスチャベクトルのすべてが、マッピング空間の頂点に関連付けられるわけではない、請求項4に記載のシステム。

【請求項7】

前記少なくとも2つの画像ソースは、前記画像ソースが、マッピング空間の同じ頂点に対応するテクスチャベクトルを有するそれぞれの画像を提供するように、マッピング空間上で互いに部分的に重なるそれぞれの視界を有し、前記プロセッサは、各画像ソースのた

10

20

30

40

50

めに、マッピング空間の頂点とそれぞれの画像ソースのテクスチャベクトルとを、ディスプレイのためのグラフィックスプロセッサに与え、このため、前記画像ソースからの画像が前記ディスプレイ上で部分的に重なる、請求項4に記載のシステム。

【請求項8】

前記プロセスは、前記2つの画像ソースの視界が部分的に重なる位置におけるマッピング面上の複数の頂点を表わす混合ゾーンを規定し、混合ゾーンにおける各頂点のために、前記プロセッサは、頂点色の強度値を変えて、これにより、部分的に重なるタイルの間にある継目を実質的になくす、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】

前記少なくとも2つの画像ソースからの画像が異なった輝度値を有する場合、前記プロセッサは、頂点において隣接する画像の相対的な輝度の比率に基づいたスケール係数により、混合ゾーンに位置するより明るい画像の頂点の色等級を減ずる、請求項7に記載のシステム。

【請求項10】

環境の画像をディスプレイに与えるための方法であって、

視覚映像を捕らえるカメラを含む第1の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第2の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも2つの画像ソースを与えるステップを含み、各々の画像ソースは、視界を有し、環境の画像を与え、前記方法は、さらに、

選択された距離を受信するステップと、

形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定するステップとを含み、前記マッピング面は、前記画像ソースの視界内における環境を近似し、画像ソースAを含む少なくとも2つの画像ソースは、前記マッピング面上で互いに重なるそれぞれの視界を有し、前記方法は、さらに、

前記画像ソースの幾何学的構造、前記ディスプレイの幾何学的構造および前記マッピング面の幾何学的構造を互いに関連付けるモデルを規定するステップを含み、前記画像ソース、ディスプレイおよびマッピング面はすべて、異なる座標系を有し、前記モデルを規定するステップは、前記画像ソース、前記ディスプレイおよび前記マッピング面を異なる座標系に変換するステップを含み、前記方法は、さらに、

前記画像ソースによって与えられる異なる種類の画像を前記モデルを用いて前記ディスプレイへマッピングするステップを含み、前記マッピングするステップは、次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、互いに重なる視界を有する前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成するステップを含み、

$$\text{Display 1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度であり、前記方法は、さらに、

前記モデルに従って、前記ディスプレイに前記合成画像を表示するステップを含む、方法。

【請求項11】

前記画像ソースおよび前記ディスプレイのうち少なくとも1つは、それに関連付けられる光学的歪みを有し、前記規定するステップで規定されるモデルは、光学的歪みの原因となる、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

それぞれの画像ソースの視界内におけるマッピング面の選択された座標のために、前記方法はさらに、モデルを用いて、マッピング面上の選択された座標に対応する前記それぞれの画像ソースの座標を決定するステップと、

選択されたマッピング面座標を、ディスプレイの対応する座標に関連付けるステップと

10

20

30

40

50

ディスプレイ上において、対応する座標における前記それぞれの画像ソースの定められた座標に関連付けられた画像データを表示するステップとを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

環境の画像をディスプレイに与えるためのシステムであって、

視覚映像を捕らえるカメラを含む第1の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第2の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも2つの画像ソースを備え、各々の画像ソースは、視界を有し、環境の画像を与え、前記システムは、

それぞれの画像ソースおよび前記ディスプレイと通信するプロセッサとを含み、

前記プロセッサは、選択された距離を受信し、

前記プロセッサは、形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定し、前記マッピング面は、前記画像ソースの視界内における環境を近似し、

前記画像ソースの視界は、前記選択された距離で前記マッピング面に投影される画像を規定し、前記プロセッサは、前記画像ソースによって前記マッピング面に投影される画像によってカバーされる領域のサブセットのみを包含するタイルを規定し、それによって、前記マッピング面に投影される画像の他の部分は、前記タイルの外側に位置し、

画像ソースAを含む前記画像ソースは、前記マッピング面上で互いに重なるそれぞれの視界を有し、前記プロセッサは、各画像に対するそれぞれのタイルを規定し、それによって、前記タイルは、重なる領域を有し、

前記画像ソースは、各々が少なくとも1つの固有の特徴を有する複数の画像を提供し、

前記プロセッサは、次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成し、

$$\text{Display } 1 = (\text{Image } A / 2^N) \times \text{Image } A + (1 - \text{Image } A / 2^N) \times \text{Display } 0$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度である、システム。

【請求項14】

前記プロセッサは、部分的に重なる領域内のマッピング面上で混合ゾーンを規定し、混合ゾーンにおける前記それぞれの画像の強度を調整して前記それぞれの画像間の継目を隠す、請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

環境の画像をディスプレイに与えるための方法であって、

視覚映像を捕らえるカメラを含む第1の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第2の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも2つの画像ソースを与えるステップを含み、各々の画像ソースは、視界を有し、環境の画像を与え、前記画像ソースは、画像ソースAを含み、かつ各々が少なくとも1つの固有の特徴を有する画像を提供し、前記方法は、さらに、

選択された距離を受信するステップと、

形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定するステップとを含み、前記マッピング面は、前記画像ソースの視界内における環境を近似し、前記画像ソースの前記視界は、前記選択された距離で前記マッピング面に投影される画像を規定し、前記少なくとも2つの画像ソースは、前記マッピング面で互いに重なるそれぞれの視界を有し、前記規定するステップは、それぞれの画像に対してタイルが重なる領域を有するように、それぞれのタイルを規定するステップを含み、前記方法は、さらに、

前記少なくとも2つの画像ソースによって前記マッピング面に投影される画像によってカバーされる領域のサブセットのみを包含するタイルを規定するステップを含み、それに

10

20

30

40

50

よって、前記マッピング面に投影される画像の他の部分は、前記タイルの外側に位置し、前記方法は、さらに、

次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成するステップを含み、

$$\text{Display 1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度であり、前記方法は、さらに、

前記タイル内の前記それぞれの画像を前記ディスプレイに表示するステップを含む、方法。 10

【請求項16】

部分的に重なる領域内におけるマッピング面上で混合ゾーンを規定するステップと、混合ゾーンにおける前記それぞれの画像の強度を調整して前記それぞれの画像間の継目を隠すステップとをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

環境の画像をディスプレイに与えるためのシステムであって、

少なくとも2つの画像ソースを備え、各々の画像ソースは、視界を有し、固有の特徴を有する環境の異なる種類の画像を提供し、前記システムは、

それぞれの画像ソースおよび前記ディスプレイと通信するプロセッサとを含み、前記プロセッサは、選択された距離を受信し、形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定し、 20

画像ソースAを含む前記画像ソースの前記それぞれの視界は、前記選択された距離で前記マッピング面へ投影するそれぞれの画像を規定し、重なる隣接した領域を有し、前記プロセッサは、前記重なる領域内におけるマッピング面上で混合ゾーンを規定し、前記混合ゾーンにおけるそれぞれの画像の強度を調整してそれぞれの画像間の継目を隠し、前記プロセッサは、前記混合ゾーン内の複数の画素の各々に対して、それぞれの画像の画素の強度を所定の最大強度と比較して、それに基づいて強度割合を決定し、前記強度割合に基づいてそれぞれの画像の対応する画素を混合するように構成され、

前記プロセッサは、次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、互いに重なる視界を有する前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成することによって、前記画像ソースによって提供される異なる種類のそれぞれの画像を前記ディスプレイへマッピングするように構成され、 30

$$\text{Display 1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度である、システム。

【請求項18】

混合ゾーンに位置するそれぞれの画像の領域のために、前記プロセッサは、混合ゾーンの端縁における前記それぞれの画像の或る点における画像の強度を、前記それぞれの画像の外側の端縁へ漸減させる、請求項17に記載のシステム。 40

【請求項19】

環境の画像をディスプレイに与えるための方法であって、

少なくとも2つの画像ソースを与えるステップと、各々の画像ソースは、視界を有し、固有の特徴を有する環境の異なる種類の画像を提供し、前記方法は、さらに、

選択された距離を受信するステップと、

形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定するステップとを含み、画像ソースAを含む前記画像ソースの前記それぞれの視界は、前記選択された距離で前記マッピング面へ投影するそれぞれの画像を規定し、かつ重複する隣 50

接する領域を有し、前記方法は、さらに、

前記重なる領域内におけるマッピング面上で混合ゾーンを規定するステップと、

次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、互いに重なる視界を有する前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成することによって、前記画像ソースによって提供される異なる種類のそれぞれの画像を前記ディスプレイにマッピングするステップとを備え、

$$\text{Display 1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度であり、前記方法は、さらに、

前記合成画像を前記ディスプレイに表示するステップと、

前記混合ゾーンにおけるそれぞれの画像間の継目を隠すために、前記それぞれの画像の強度を調整ステップとを含み、前記それぞれの画像の強度を調整するステップは、前記混合ゾーン内の複数の画素の各々に対して、それぞれの画像の画素の強度を所定の最大強度と比較して、それに基づいて強度割合を決定し、前記強度割合に基づいてそれぞれの画像の対応する画素を混合するステップを含む、方法。

【請求項 2 0】

混合ゾーンに位置するそれぞれの画像の領域のために、調整する前記ステップは、混合ゾーンの端縁における前記それぞれの画像の或る点における画像の強度を、前記それぞれの画像の外側の端縁へ漸減させる、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

環境の画像をディスプレイに与えるためのシステムであって、

少なくとも部分的に重なるそれぞれの視界を有する、画像ソース A を含む少なくとも 2 つの画像ソースを備え、前記画像ソースは、異なる種類で、かつ少なくとも 1 つの固有の特徴を有するそれぞれの画像を与え、前記画像ソースは、視覚映像を捕らえるカメラを含む第 1 の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第 2 の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも 2 つの画像ソースを備え、

前記システムは、

前記画像ソースおよび前記ディスプレイと通信するプロセッサとを含み、

前記プロセッサは、選択された距離を受信し、形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定し、

前記画像ソースのそれぞれの視界は、前記選択された距離で前記マッピング面へ投影するそれぞれの画像を規定し、重なる隣接した領域を有し、前記プロセッサは、次のように、ディスプレイ画素の画素値Display1を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、前記異なる種類の画像ソースからの前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成し、

$$\text{Display 1} = (\text{Image A}/2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A}/2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0は最初のディスプレイ画素値であり、Image Aは前記画像ソースAからのそれぞれの画像であり、Nは画素ビット深度である、システム。

【請求項 2 2】

前記プロセッサは、前記それぞれの画像のうち、一方の画像に対して強度の高い他方の画像を表示して、これにより、結果として生じる画像を向上させる、請求項 2 1 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

前記プロセッサは、強度がより高い画素が、組合わされた画像において強化されるように、それぞれの画像の画素と重み画素とを、その関連付けられた強度に基づき評価する、請求項 2 1 に記載のシステム。

【請求項 2 4】

10

20

30

40

50

環境の画像をディスプレイに与えるための方法であって、

少なくとも部分的に重なるそれぞれの視界を有する、画像ソース A を含む少なくとも 2 つの画像ソースを与えるステップを備え、前記画像ソースは、異なる種類で、かつ少なくとも 1 つの固有の特徴を有するそれぞれの画像を与え、前記画像ソースは、視覚映像を捕らえるカメラを含む第 1 の画像ソースと、赤外線ソース、レーダソースおよび合成視覚システムからなるグループから選択された第 2 の画像ソースとを含む異なる種類の少なくとも 2 つの画像ソースを備え、前記方法は、さらに、

選択された距離を受信するステップと、

形状が球であり、かつ前記選択された距離と等しい半径を有するマッピング面を規定するステップとを含み、前記画像ソースのそれぞれの視界は、前記選択された距離で前記マッピング面へ投影するそれぞれの画像を規定し、かつ重なる隣接した領域を有し、前記方法は、さらに、

次のように、ディスプレイ画素の画素値 Display1 を規定することによって、ソース画素強度から決定された混合係数を用いる内容に基づいた融合を利用することによって、前記異なる種類の画像ソースからの前記それぞれの画像を組合わせて、前記それぞれの画像の固有の特徴を含む合成画像を生成するステップを含み、

$$\text{Display 1} = (\text{Image A} / 2^N) \times \text{Image A} + (1 - \text{Image A} / 2^N) \times \text{Display 0}$$

ここで、Display0 は最初のディスプレイ画素値であり、Image A は前記画像ソース A からのそれぞれの画像であり、N は画素ビット深度であり、前記方法は、さらに、

前記ディスプレイに前記合成画像を表示するステップを含む、方法。

【請求項 25】

組合わせる前記ステップは、前記それぞれの画像のうち、一方の画像に対して強度の高い他方の画像を表示して、これにより、前記合成画像を向上させる、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

強度がより高い画素が、組合わされた画像において強化されるように、それぞれの画像の画素と重み画素とを、その関連付けられた強度に基づき評価するステップをさらに含む、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 27】

前記プロセッサは、前記画像ソースの視界内における前記マッピング面の内側表面上の 3 次元の点のメッシュを規定する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 28】

前記プロセッサは、前記マッピング面からの前記 3 次元のメッシュ点を前記モデルを用いて前記画像ソースにマッピングし、それによって、前記画像ソースの画像座標における 2 次元メッシュを規定する、請求項 27 に記載のシステム。

【請求項 29】

前記プロセッサは、3次元テクスチャ・メッシュレンダリング技術を用いて、頂点としての前記マッピング面上の前記 3 次元メッシュ点を用いた前記ディスプレイの視点と、テクスチャ座標としての前記画像ソースの前記 2 次元メッシュ点と、前記テクスチャとしての前記それぞれの画像の画素とから、前記合成画像を生成する、請求項 28 に記載のシステム。

【請求項 30】

前記マッピングするステップは、前記画像ソースの視界内における前記マッピング面の内側表面上の 3 次元の点のメッシュを規定するステップを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 31】

前記マッピングするステップは、前記マッピング面からの前記 3 次元のメッシュ点を前記モデルを用いて前記画像ソースにマッピングし、それによって、前記画像ソースの画像座標における 2 次元メッシュを規定する、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

10

20

30

40

50

前記方法は、さらに、

3次元テクスチャ・メッシュレンダリング技術を用いて、頂点としての前記マッピング面上の前記3次元メッシュ点を用いた前記ディスプレイの視点と、テクスチャ座標としての前記画像ソースの前記2次元メッシュ点と、前記テクスチャとしての前記それぞれの画像の画素とから、前記合成画像を生成するステップを含む、請求項31に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、対象となる領域の視覚的な表示をユーザに提供するために使用される視覚ディスプレイシステムに関し、特に、複数のソースからの画像を組合せて対象となる領域の一貫した視野を提供するためのシステムおよび方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

多くのフライトナビゲーション支援機器の出現にもかかわらず、航空機ナビゲーションの最も重要なツールの1つは、依然として視覚によるナビゲーションである。今日の航空機の多くは、機上レーダ、地上近接警告システム等の航空機周囲の空間についての付加的な情報をパイロットに与えるさまざまな安全性に関する機能を含む。これらシステムは、パイロットが視覚的に観測しているものをさらによく理解できるようにして飛行中の状況の認識を高める上でパイロットを支援する素晴らしい資源である。しかしながら、パイロットの視覚が妨げられる理由で、これらさまざまな機器がパイロットにとっての唯一の情報源となることがある。

20

【0003】

視覚は、霧、雪または雨などの悪天候によって、または、夜、夜明けまたは夕暮れなどの一日のうちの時間帯によって妨げられることがある。さらに、航空機自身の視覚の限界によって視覚が妨げられることもある。多くの航空機のコックピットは、通常、視界が前方に面する区域に限られており、パイロットには航空機の側および後部は適切に見えず、垂直に航空機の上方および下方を適切に見ることもできない。

【0004】

視覚が妨げられることは、航空機ナビゲーションにおいて安全性についての重要な懸念であり、コックピットからのパイロットの視野を拡大または強化するシステムを提供するために多大な努力がなされている。航空機上にある1つまたは複数のセンサを使用するシステムが開発されている。センサは選択された視界に向けられ、コックピット内のディスプレイシステムに画像を提供し、そこで画像がパイロットに表示される。センサは、ビデオカメラ、赤外線カメラ、レーダ等であってもよい。これらのシステムでは、パイロットが見るための画像の種類を選ぶことができる。たとえば、夜間の飛行または霧の状態では、パイロットは赤外線センサおよびレーダセンサからの画像を見ることを選び、晴天の状態では、パイロットはビデオカメラが送る画像を使用することがある。

30

【0005】

このような1つのシステムが、ヘール(Hale)他による米国特許第5,317,394号に開示され、この明細書中に引用により援用される。このシステムでは、隣接するセンサが重なった視界を有するようにセンサは航空機の外部に位置付けられる。これらさまざまなセンサからの画像は航空機内のディスプレイシステムに提供され、そこでパイロットに表示される。画像は重ねられた構成で表示されるため、複合画像またはモザイク画像が得られる。

40

【0006】

さらに発展したシステムが、「ヘルメット搭載ディスプレイを使用した外部航空機視覚システム(Exterior Aircraft Vision System Using a Helmet-Mounted Display)」と題される米国特許出願連続番号第09/608,234号に開示され、ここにこれを引用により援用する。第09/608,234号の出願は、航空機上にあるさまざまなセンサからの画像を表示するためのヘルメット搭載ディスプレイを含むシステムを開示している。

50

重要なのは、このシステムがパイロットの頭部の動きを追跡するヘルメット追跡装置を含んでパイロットの現在の視線（LOS：line of sight）および視界（FOV：field of view）を判定する点である。これら方向情報を使用して、このシステムはパイロットが見ている視界を表わすセンサからの画像データを検索し、この画像をヘルメットのディスプレイに表示する。画像はパイロットが頭部を別の視線に移動するときに更新される。

【特許文献1】米国特許第5,317,394号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般に、これらおよびその他の従来のシステムはかなり正確な視覚的な画像をパイロットに提供することでフライトの安全性を高める。しかしながら、これらのシステムには限界があり、パイロットに提供される画像の正確さが低下したり、またはパイロットに提供される画像に異常があってパイロットの視野が乱されることがある。たとえば、1つの問題は、センサの互いの間隔およびパイロットの位置に対する間隔に関し、記憶される合成データの場合、合成データとその他のセンサとパイロットの位置との間の遠近感の差に関する。互いに対するおよびコックピットに対するソースの間の物理的な距離は、パイロットに与えられる画像にゆがみを生じさせることがある。具体的には、この距離は、視差と称される画像内のゆがみを作り出す。視差は、新しい視線をもたらす観察位置の変化によって起こる対象物の方向での明らかな変化である。これら従来のシステムでは、センサおよび/または合成データソースは各々、パイロットの視線からみる景色に関して異なる視線を有する。そのため、センサの視点からの画像を見ると、パイロットには、それらの重なった視界の中で、航空機内のパイロットの位置に対する対象物の場所は正確に表現されない。

【0008】

別の問題は、いくつかの画像をタイリングして複合画像を作ることに関する。多くの従来のシステムでは、隣接するカメラからの画像は互いに隣接して表示される。2つの画像の端縁はディスプレイ内で目に見える継目として現れる。これら継目は複合画像を見にくくし、パイロットが画像を全体として見るのを難しくする。この問題点を修正するため、先行技術のシステムには、隣接する画像の端縁を重ねて画像を混合しようとするものがある。この技術は、隣接する画像を当接させる従来の技術を改良したものであるが、依然として画像間に不連続性が見られることがある。

【0009】

さらに別の問題は、ある所与の状況について最良の画像化を行なうための特定の種類のセンサの限界に関する。たとえば、たそがれの状態では、ビデオカメラは依然として認識可能な視覚画像を提供するが、低照度またはぼんやりした状態のために画像の詳細は劣化する。さらに、赤外線センサは熱検知に基づく画像化を提供するが、赤外線センサからの画像はたそがれ時の周囲の光を利用しない。多くの従来のシステムでは、これら画像から選択しなくてはならず、両方のセンサの利点を取入れた画像は利用可能でない。このため、パイロットは利用可能な最良の画像を見ることはできない。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明は強化された視覚システムで使用するためのシステムおよび方法を提供する。この発明のシステムおよび方法は、乗り物上または対象の区域内の異なる位置にある複数のセンサからの画像データを受取る。このシステムは、地形データベースなどのデータベースソースから合成画像データを受取ってもよい。システムおよび方法は、各ソースからの画像を同化して複合画像またはモザイク画像にする。この発明のシステムおよび方法は、システムのユーザの現在の視線（LOS）を検出する。この視線に基づいて、システムおよび方法はユーザの現在の視界（FOV）を表わす画像をユーザに表示する。

【0011】

この発明のシステムおよび方法は、表示される画像内の視差に関する問題を低減する。

10

20

30

40

50

具体的には、この発明のシステムおよび方法は、乗り物の前方または対象となる点において選択された距離に1つまたは複数の人工マッピング面を作る。人工マッピング面によって、異なるソースからのさまざまな画像を共通の基準のフレームによって互いに関連付けて、各ソースからのすべての画像を、所望の表領域適用可能範囲を表わすタイルの形態で、マッピング面に投影させることができる。マッピング面は、観察者とソースとの間の距離の分離、ならびにさまざまなソース間の距離による観察者とソースとの間の対象となる対象物に対する視線の違いを関連付けるための基準のフレームを作る。

【0012】

さらに、ソース、ディスプレイおよびマッピング面はすべて異なる座標系を有する。この発明のシステムおよび方法は、共通および基本の座標系を作り、これら成分の各々からの画像を共通および基本の座標系へと変換する。これによって、この発明のシステムおよび方法は、さまざまなソースからの画像を互いに関連付け、ビューワの基準のフレーム内でユーザにそれらを提供し、視差を低減および排除することができる。

10

【0013】

視差に対する修正に加え、この発明のシステムおよび方法は、分散されたアパチャ画像をつなぎ合わせて継目のないモザイクにするための改良された方法も提供する。この発明のシステムおよび方法は、同じ種類のソースから受取られ、隣接するかまたは部分的に重なる視界を捉えたタイル画像の端縁を部分的に重ね合わせる。2つのタイル画像間の部分的に重なった領域においては、この発明のシステムおよび方法は、内側および外側の端縁を含む混合ゾーンを規定する。混合ゾーンにおいては、この発明のシステムおよび方法は、混合ゾーンで2つのタイル画像を一緒に混合するために、各タイル画像の個々の画素の強度を変える。混合ゾーンにおける左側の画像の画素は、混合ゾーンの左側端縁に隣接する画素に対する1の強度値から、混合ゾーンの右側端縁に隣接する画素に対する0の強度値へ漸減される。逆の態様では、混合ゾーンにおける右側の画像の画素は、混合ゾーンの左側端縁に隣接する画素に対する0の強度値から、混合ゾーンの右側端縁に隣接する画素に対する1の強度値へ漸増される。混合ゾーンにおける画素の強度値のこの変更によって、2つの画像間のつなぎ合わせを向上させる。同じ態様で上部および底部のつなぎ合わせが実行される。

20

【0014】

この発明のシステムおよび方法は、異なる種類のセンサからの画像を重ね合わせるかまたは融合させるための方法も提供する。具体的には、この発明のシステムは、視界が同じかまたは重なっている異なる種類のセンサを含んでもよい。センサは、同じ視界の異なる画像を提供し、各センサは関連付けられる利点および欠点を有する。たとえば、1つのセンサはビデオカメラであってもよく、光の量または可視性によって影響される画像を提供し、他方のセンサは熱検知に基づく画像を提供する赤外線センサであってもよい。この発明のシステムおよび方法は、これらセンサからの画像を重ね合わせるかまたは融合させて強化された画像を提供するための方法を提供する。

30

【0015】

システムおよび方法は、画像を融合するための2つの代替的な方法を含む。第1の代替例においては、この発明のシステムおよび方法は、強度に関する割合の値を、各タイル画像に割当てて、たとえば、1つのタイル画像は30%の強度で、他方のタイル画像は70%の強度で規定され得る。これら画像は、次いで、この強度の割合で合計され、これにより、ユーザに両方の画像の利点を提供する。第2の代替例においては、各タイル画像は、その内容に基づいて表示される。たとえば、可視および赤外線画像が類似の視界を覆うと仮定する場合、画像を画素レベルで組み合わせることができ、この場合、その画素強度に基づいて赤外線画像に優先順位が与えられ得る。この場合、赤外線画素が最大75%である場合、結果として生じる画素は、75%のIR画素強度および25%の可視画素強度から構成されることとなる。

40

【0016】

この発明のシステムおよび方法は、所与の表示される画像内の異常の数を低減するため

50

の方法もさらに含む。この発明のシステムおよび方法は、各画素に関連付けられる強度の値を評価する。画素または一連の画素の強度の値が近隣の画素と比較して過剰であれば、この発明のシステムおよび方法は、近隣の画素からの平均の強度の値に基づいて強度を減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

この発明を一般的に説明したので、ここからは添付の図面を参照する。添付の図面は必ずしも同じ縮尺で書かれていない。

【0018】

この発明の好ましい実施例が示される添付の図面を参照して、この発明をさらに詳しく説明する。しかしながら、この発明は、多くのさまざまな形で実施可能であり、ここに記載される実施例に限定されると見なされるべきではない。これら実施例はこの開示を完全かつ完璧なものとするために提供されるものであり、当業者がこの発明の範囲を十分に伝えるものである。同様の参照番号は同様の要素を示す。

10

【0019】

この発明は、強化された視覚ディスプレイで使用するためのシステムおよび方法を提供する。この発明のシステムおよび方法は、乗り物上または対象となる区域内の異なる位置にある複数のセンサからの画像データを受取る。システムおよび方法は、各ソースからの画像を同化して複合画像にする。システムにはデータソースからの合成データを設けてもよい。センサまたは合成データソースはともに、ここではソースと称される。この発明のシステムおよび方法は、システムのユーザの現在の視線(L O S)を検出する。この視線に基づいて、システムおよび方法は、ユーザの現在の視界(F O V)を表わす画像をユーザに表示する。

20

【0020】

この発明のシステムおよび方法は、表示される画像内の視差に関する問題を低減する。具体的には、この発明のシステムおよび方法は、乗り物の前方または対象の点において選択された距離に1つまたは複数の人工マッピング面を作る。この人工マッピング面によって、異なるソースからのさまざまな画像を共通の基準のフレームによって互いに関連付け、各ソースからの画像のすべてをマッピング面に投影させることができる。マッピング面は、観察者とソースとの間の距離の分離およびソース自体間の距離による観察者とソースとの間の対象の対象物に対する視線の差を互いに関連付けるための基準のフレームを作る。

30

【0021】

さらに、ソース、ディスプレイおよびマッピング面はすべて異なる座標系を有する。この発明のシステムおよび方法は、共通の座標系を作り、これら成分の各々からの画像を共通の座標系へと変換する。これによって、この発明のシステムおよび方法は、さまざまなソースからの画像を互いに関連付け、ビューワの基準枠内でそれらをユーザに提供して、視差を低減および排除することができる。

【0022】

視差に対する修正に加え、この発明のシステムおよび方法は、さまざまなタイル画像をつなぎ合わせて複合画像にするための改良された方法も提供する。この発明のシステムおよび方法は、同じ種類のソースから受取られ、隣接するかまたは部分的に重なった視界を捉えたタイル画像の端縁を部分的に重ね合わせる。2つのタイル画像間における部分的に重なった領域においては、この発明のシステムおよび方法は、2つの垂直な端縁を有する混合ゾーンを規定する。混合ゾーンにおいては、この発明のシステムおよび方法は、2つのタイル画像を一緒に混合するために、各タイル画像の個々の画素の強度を変える。混合ゾーンにおける左側の画像の画素は、混合ゾーンの左側端縁に隣接する画素に対する1の強度値から、混合ゾーンの右側端縁に隣接する画素に対する0の強度値へ漸減される。逆の態様では、混合ゾーンにおける右側の画像の画素は、混合ゾーンの左側端縁に隣接する画素に対する0の強度値から、混合ゾーンの右側端縁に隣接する画素に対する1の強度値

40

50

へ漸増される。混合ゾーンにおける画素強度値のこの変更によって、2つの画像間のつなぎ合わせを向上させる。同じ態様で上部および底部のつなぎ合わせが実行される。

【0023】

この発明のシステムおよび方法は、異なる種類のセンサからの画像を重ね合わせるかまたは融合するための方法も提供する。具体的には、この発明のシステムは、視界が同じかまたは重なっている異なる種類の2つのセンサを含んでもよい。センサは、同じ視界の異なる画像を提供し、各センサは関連付けられる利点および欠点を有する。たとえば、一方のセンサはビデオカメラであってもよく、光の量および可視性によって影響される画像を提供し、他方のセンサは、熱検知に基づいて画像を提供する赤外線センサであってもよい。この発明のシステムおよび方法は、これらセンサからの画像を重ね合わせるかまた融合させて強化された画像を提供するための方法を提供する。

10

【0024】

システムおよび方法は、画像を融合するための2つの代替的な方法を含む。第1の代替例においては、この発明のシステムおよび方法は、強度に関する割合の値を各タイル画像に割当てて。たとえば、一方のタイル画像は30%の強度で、他方は70%の強度で規定され得る。これら画像は、次いで、この強度割合で合計され、これにより、ユーザに両方の画像の利点を提供する。第2の代替例においては、各タイル画像は、その内容に基づいて表示される。たとえば、類似の視界を覆う可視画像および赤外線画像では、画像を画素のレベルで組合せて、その画素の強度に基づいて赤外線画像に優先順位を与えてもよい。この場合、赤外線画素が最大75%であれば、結果的な画素は75%のIR画素強度および25%の可視画素強度から構成される。

20

【0025】

この発明のシステムおよび方法は、所与の表示された画像内の異常を最小限にするための方法も含む。この発明のシステムおよび方法は、隣接する画像内の局所的な区域に関連付けられる強度の値を評価する。この発明のシステムおよび方法は、隣接および類似の視界画像のための局所的な輝度の不連続性の修正のための手段を提供する。

【0026】

上述のように、この発明のシステムおよび方法は、強化された視覚システムを提供する。この発明のさまざまな局面を以下にさらに詳しく説明する。

【0027】

まず第1に、この発明のシステムおよび方法は、航空機であれ、自動車であれ、または他の種類の乗物であれ、もしくは警戒区域または監視区域などの特定の場所または環境などの視覚的な状況の認識が関心事である環境で使用できることに注意されたい。以下の実施例では、システムおよび方法は航空機に関して開示されている。航空環境は動的な環境であり、このシステムのロバスト性を説明するのに役立つ。しかしながら、これはシステムおよび方法の使用の一例にすぎず、この発明の使用については幅広いさまざまな別の用途が考えられることを理解されたい。

30

【0028】

図1(A)および図1(B)は、この発明のシステムおよび方法を組込むことのできる航空機10を示す。この実施例では、この発明のシステムは、航空機上のさまざまな位置にある複数のセンサ12を含んでもよい。センサは異なる方向付けで航空機の前方にあり、さまざまな前方の視野14、側の視野16、上方の視野18および下方の視野20を提供する。さらに、実施例によっては、後部の視野21のために航空機の後部にセンサがあってもよい。図示されていないが、さまざまなセンサが航空機の翼、上部および底部側にあってもよい。このシステムで使用される典型的なセンサは、たとえば、低照度ビデオカメラ、長波赤外線センサおよびミリメートル波レーダなどである。

40

【0029】

図2(A)に示されるように、さまざまなセンサ12は航空機上にある画像プロセッサ22に電気的に接続される。この発明の画像プロセッサは、センサからのさまざまな画像を同化させて表示する。航空機に関連する位置的な情報(すなわち、経度、緯度、ピッチ

50

、ロール、ヨー等)を提供するためのナビゲーションシステム24も画像プロセッサに接続される。ナビゲーションデータベース26も合成ナビゲーションデータをシステムに与えるためであってもよい。合成ナビゲーションデータは、通常、地理的な場所内の他の対象の点の地形をシミュレートする3Dグラフィックデータである。

【0030】

重要なことには、ディスプレイ28も画像プロセッサに接続される。この特定の実施例では、ディスプレイは、パイロットまたは他の見る人のヘルメットにあるヘルメット搭載のディスプレイである。ヘルメット追跡装置30がヘルメットに関連付けられる。ヘルメット追跡装置は、乗り物に対するユーザの現在の視線に関する情報を画像プロセッサに提供する。図2(B)に示されるように、一連のセンサまたはリフレクタは、ユーザによって着用されるヘルメット32上のさまざまな位置にある。追跡装置30は、ヘルメットに対して或る位置にあり、センサの動きおよび方向付けを追跡して、乗り物に対するユーザの視線を判定する。そのような追跡装置は、カリフォルニア州サンタモニカのBAE Systemsなどの軍事業者、またはバーモント州ミルトンにある、Ascension Technology Corporationなどの商業者およびここに記載しないいくつかの他の業者から入手可能である。ヘルメット追跡装置はこの発明に必要でないことを理解されたい。そのような装置を使用する代わりに、乗り物自体またはジョイスティック制御等の方向付けを使用してユーザの視線を判定することができる。同様に、警備または監視場所の環境では、視線は対象の視野に向けられた固定された値であり得る。

【0031】

図3は、画像プロセッサ22の詳細な動作図を提供する。画像プロセッサは、中央プロセッサ36およびグラフィックスアクセラレータ38を含む。1つまたは一連のフレームグラバ40がさまざまなセンサ12(図示せず)に接続される。フレームグラバは、センサからの画像データを捉え、PCIバスを介してこれらの画像をプロセッサメモリ42に記憶する。入出力インターフェイス44が中央プロセッサに関連付けられて、さまざまなパイロット入力コマンドのみならず、ヘルメット追跡装置30、ナビゲーションシステム24、ナビゲーションデータベース26から入力を受取る。グラフィックスアクセラレータ38は、別個のメモリ装置46と、グラフィックスプロセッサ48と、ヘルメットにおけるディスプレイ(図示せず)に接続されるフレームバッファ50とを含む。

【0032】

図4には、画像プロセッサの動作が示される。図4に示される動作すべてが連続して起こるわけではないが、中央プロセッサおよびグラフィックスプロセッサは、ステップのうちいくつかを同時に実行する。概略すると、動作においては、フレームグラバ40は、さまざまなセンサ12から画像データを受取り、このデータをプロセッサメモリ42に記憶する(ステップ200を参照)。中央プロセッサ36は、最初のステップとして、航空機からの選択された距離に位置する幾何学的マッピング面を作り出す(ステップ210を参照)。幾何学的面を用いて、各センサからのさまざまな画像を共通の基準フレーム上にタイリングする。幾何学的面を用いて、3D空間において画像タイルを記述する頂点メッシュを規定する。

【0033】

中央プロセッサは、さまざまな画像ソースと、マッピング面と、ディスプレイ空間との間にベクトル変換を含む光線追跡モデルを設定する(ステップ220を参照)。各画像タイル頂点は、その関連付けられるソース画像にマッピングされ、テクスチャ座標を規定する。これらの頂点およびテクスチャ座標は、さらに説明される他の成分とともに、3D映像テクスチャの三角形としてこれらの記述をレンダリングするグラフィックスプロセッサに送られる(ステップ260)。

【0034】

特に、この発明の一実施例の中央プロセッサは、オープンジーエル・アプリケーション・プログラミング・インターフェイス(OpenGL Application Programming Interface)を用いて、グラフィックスアクセラレータと通信する。マッピング面の各頂点については、

10

20

30

40

50

中央プロセッサは、オープンジーエルのコマンド構造を用いて、グラフィックスプロセッサ38に3つのベクトル値データセットを与える。中央プロセッサは、1)幾何学的マッピング空間上の3D座標点を表わす頂点ベクトルと、2)頂点に対応する関連付けられたテクスチャ画像位置を表わすテクスチャ座標ベクトルと、3)特定の色(赤、緑および青)およびアルファ混合値を示す色ベクトルとを与え、これらすべてが用いられて、関連する画素をいかに表示すべきかが決定される。

【0035】

この頂点、テクスチャおよび色情報は、三角形メッシュを記述する集合としてグラフィックスプロセッサに送られる。グラフィックスプロセッサは、これらの構成物を用いて、三角形メッシュをレンダリングし、個々のタイリングされた画像をそれぞれの端縁で一緒につなぎ合わせて複合画像を形成する(ステップ240を参照)。特に、各画像の端縁を、隣接するタイルと部分的に重ね合わせる。これらの部分的に重なった領域におけるテクスチャ座標に関連付けられる頂点を処理して、隣接する画像の緊密な混合を確実にする。この手順を達成するために、中央プロセッサは、頂点情報がグラフィックスプロセッサに与えられる際に、頂点に対する色に関連付けられる強度値を変更する。画像を一緒につなぎ合わせるための手順は、以下により十分に説明される。

10

【0036】

開示された実施例のシステムおよび方法は、OPENGLコマンド構造を用いてグラフィックスプロセッサと通信するが、他のコマンド構造を用いることができ、かつ、これをこの明細書中で企図することが理解されるべきである。

20

【0037】

この発明のシステムおよび方法はまた、類似する視界の画像を一緒に融合する能力を提供する(ステップ250を参照)。特に、システムは、部分的に重なる視界を有する1つ以上の異なった種類のソースを含み得る。これらのソースは、ソースの特性に基づき、同じ視野の異なる画像を作り出す。グラフィックスプロセッサは、これらの画像を一緒に混合するので、両方の画像の利点が、表示された画像に組み込まれる。画像を一緒に融合するための手順が、以下に、より十分に説明される。

【0038】

各画像のテクスチャ座標を幾何学的マッピング面の頂点に相関付けるのに加えて、中央プロセッサはまた、頭部追跡装置30から、ユーザの視線を判定する(ステップ270を参照)。中央プロセッサは、プロセッサメモリ42に記憶され、現在の視線に対する視界内にあるそれらのタイル画像を、グラフィックスアクセラレータ38のメモリ46にロードする(ステップ280を参照)。頂点値の各集合が中央プロセッサから受取られると、グラフィックスプロセッサは、メモリ46に記憶されたテクスチャ画像からのデータを、ユーザの視界にある幾何学的空間の各頂点に関連付け、画像データをディスプレイ空間にレンダリングする(ステップ290を参照)。次いで、レンダリングされたデータは、グラフィックスプロセッサ映像出力電子機器を介してディスプレイに与えられる(ステップ300を参照)。このプロセスは、利用可能な最新の入力画像を用いて、ディスプレイ映像垂直フレーム率で連続して繰返される。

30

【0039】

上述のように、視覚システムの大きな問題は、視差の現象であり、これは、見る人からのソースの物理的な分離ならびにソース自体の間の分離によって起こる。この分離によって、ある対象物に対するソースの遠近感ユーザの位置の遠近感とは異なる。これらの問題に対処するため、この発明のシステムおよび方法は、視差に関する問題を排除できないとしても低減させる2つの手順を提供する。具体的には、この発明のシステムおよび方法は、まず、さまざまなセンサからの画像を共通の空間にマッピングすることのできる幾何学的なマッピング空間を規定する。次に、この発明のシステムおよび方法は、共通の基準座標系を作り、ソース、マッピング面およびディスプレイを共通および基本の座標系へと変換する。

40

【0040】

50

幾何学的なマッピング面に関して、この発明のシステムおよび方法は、センサによって画像化されている現実世界の環境の幾何学的構造を1つまた複数の連続するマッピング面を用いて近似する。ソースからの画像は、マッピング面にマッピングされ、次いで、ディスプレイにマッピングされる。このような態様で、ディスプレイおよびソースの各画素は、見るために共通の基本の座標系へと相関付けられる。

【0041】

図5を参照すると、幾何学的マッピング面は、3D空間において一連のメッシュ三角形として規定される。各三角形は、3つの頂点によって規定される。図5に図示されるように、幾何学的空間における各頂点に対して、中央プロセッサは、頂点を、関連する入力画像内の位置に対する座標に関連付けるテクスチャ座標を提供する(図4のステップ230を参照)。このようにして、頂点がマッピング面からソース画像へと光線追跡されて、レンダリングのために関連付けられたテクスチャ座標を決定する(ステップ290を参照)。次いで、画像がレンダリングされ、表示される。

10

【0042】

図6A~図6Dを参照すると、幾何学的マッピング面が、各ソースに対するベクトル領域を決定するために選択される。言い換えれば、共通の外側の境界が、すべてのソースに対して選択される。次いで、各ソースからの画像が、幾何学的面にマッピングされ、次に、航空機を取囲む区域の整合のとれた画像のためにディスプレイにマッピングされる。ソースの位置に対する幾何学的面の位置の選択は、視差を含む問題を軽減するのに重要である。図6Aには、センサAおよびセンサBの2つのセンサからの異なった距離の空間における2つの対象物(正方形の対象物52および三角形の対象物54)が示される。これらセンサは、センサの視界にさらに多くの部分的な重なりを作るために、互いに対して僅かに「トウイン」されている。(これは、典型的には、この理由のためにシステムのセンサ12でなされる。)2つの対象物を正確にマッピングするために、マッピング面60は、2つの対象物が観察者に適切に見えるように選択されるべきである。図6B~図6Dには、マッピング面の位置の選択に伴う問題が示される。

20

【0043】

具体的には、図6Bおよび図6Dは、正方形の対象物52の場所に面60を置くことに関する問題を示す。この場合、面が選ばれた後、正方形の対象物52は、各センサについて面60の同じ場所へと投影される。センサAについては、三角形の対象物は位置56aにマッピングされ、センサBについては、三角形の対象物は位置56bで面にマッピングされる。図6Dに示されるように、2つのセンサからの画像が合わさると、観察者には視界に2つの三角形があるように見える。

30

【0044】

図6Bおよび図6Cを参照すると、類似の態様で、面60が三角形の対象物54の位置に選択されると、三角形の対象物54は、各センサについて面60の同じ場所へとマッピングされる。センサAについて、正方形の対象物は位置58aにマッピングされ、センサBについては、正方形の対象物は位置58bで面にマッピングされる。図6Cに示されるように、この場合、2つの視野からのタイル画像が合わさると、視界に2つの正方形があるように見える。

40

【0045】

図6A~図6Dに示されるように、幾何学的なマッピング面の位置の選択は、視差の異常を低減する上で重要な問題である。たとえば、図6A~図6Dに示される場合では、適切なマッピング面の場所は、理論的には同じ光線に沿った異なる範囲にある対象物に対する中間である。言い換えれば、マッピング面の場所は、視点の遠近感から表わされる相対的な3D幾何学的構造の関数であり、最良で不連続的であり、最悪で不定である。これは、画像化されている幾何学的構造を近似させて視差異常を最低限にする解決策が得られるように面が選ばれるためである。

【0046】

航空機の場合、球を幾何学的なマッピング面として使用してもよい。かなりの高度では

50

、視差異常はゼロに向かう傾向があり、幾何学的なマッピング面は何らかの理論的な最大距離に選ぶことができる。しかしながら、航空機が下降し地面に近づくと、航空機の場所と幾何学的なマッピング面との間の距離は、航空機と地形などのまわりの対象物との間の距離をより厳密に近似させるために減らさなければならない。したがって、低高度飛行、着陸、およびタキシング、または地上の乗り物内もしくは地上の用途の場合、球とともにまたは球に対して平らな幾何学的な面を使用して、地上面を近似してもよい。計算の複雑さを犠牲にして、画像化されている幾何学的構造の演繹的知識に基づき、さらに特定の近似することができる。

【 0 0 4 7 】

たとえば、何らかの合成ナビゲーションデータは、さまざまな地形の特徴を表わすために多角形を使用することによって3Dで表わされる地形データを含む。多角形をマッピング面に使用してもよい。この場合、システムはさまざまな幾何学的な面を含み、ディスプレイに最も近い面がマッピング面として使用される。航空機が移動するにつれ、幾何学的なマッピング面は、合成データからのそのときに最も近い幾何学的な面に変化する。

【 0 0 4 8 】

別の例では、システムは、地形およびその他の特徴への範囲を示すレンジング装置からのデータを受取ってもよい。この範囲データは、幾何学的なマッピング面を構築するために使用することができる。

【 0 0 4 9 】

幾何学的マッピング面が選択されると、ソース、マッピング面およびディスプレイの座標系間で変換するための共通または基本の座標系を作ることが重要である。図7は、ソース61および対象物62に対して選択された球状の幾何学的なマッピング面60を示し、対象物は面の62へと投影されている。この図に示されるように、ソース61は座標系64を有し、ディスプレイは座標系66を有し、マッピング面は座標系68を有し、これらはすべて互いに異なる。対象物は基本の座標系を作り、これによってソース61、幾何学的マッピング面およびディスプレイのベクトル空間の間でのマッピングが可能となる。ベクトル空間を介する面と座標系と幾何学的マッピングとのこの集合は、光線追跡モデルと称される。

【 0 0 5 0 】

光線追跡モデルは、典型的には乗物の座標に関連付けられるデカルト基準空間70を用いる。正確な変換を確実に実行するために可能な限り多くの要因を考慮に入れることが重要である。特に、各ソースおよびディスプレイは、光学射出または入射瞳のx、yおよびz位置、ならびに外側の光学軸のピッチ、ロールおよびヨーの原因となる完全な6自由度の構成要素としてモデリングされる。さらに、各ソースに関連付けられる光学機器はまた、ソースが受取る画像の遠近感に影響を及ぼし、光学機器自体によって、またはソースもしくはディスプレイの画素分布(ラスタ)によってもたらされる歪みも発生し得る。このことを考慮して、変換は、光学的歪みおよびラスタ歪みに対する非線形変換による、完全な6自由度の構成要素としての、システムにおける各ソースおよびディスプレイのモデリングを含む。

【 0 0 5 1 】

ソースおよびディスプレイに対するこの変換プロセスが、図8に、より具体的に示される。特に、各ソースまたはディスプレイに対する基準座標は、6自由度の6DOF基準によって規定される。各構成要素はまた、瞳空間において、錐台の形状のビューイングボリューム74を有する。この錐台は、近い面76aおよび遠い面76b、ならびに左側部、右側部、上側部および下側部76c~76fによって規定され、これらは、構成要素に関連付けられる視線78からは半分の角度である。視線は、構成要素の座標基準のx軸に沿って選択される。

【 0 0 5 2 】

センサ構成要素については、画像は、センサによって受取られると、センサの光学機器を通過し、これにより画像80が歪められる。したがって、画像は、最初に、瞳空間から

10

20

30

40

50

画像空間に変換されて (f_{optic})、光学機器によるこれらの非線形変換の原因となる。この変換に続いて、画像がラスタ空間に変換され (f_{raster})、これにより、ラスタ 8 2 上においてディスプレイのためにラスタ空間の原点および尺度が設定される。ディスプレイに対する変換は逆の順序である。特に、ラスタ空間は、最初に、画像空間 (f_{raster}^{-1}) に変換され、これにより、瞳空間 (f_{optic}^{-1}) に変換される。これらの非線形変換はすべて、光線追跡モデル内で前方向および逆方向の両方に用いることができる。

【 0 0 5 3 】

幾何学的マッピング面交差点はまた、図 7 の基準座標空間 7 0 に変換され得る。これは、面の特定の幾何学的形状に関する、幾何学的構造に基づく変換を用いて達成される。特に、図 9 に示されるように、所与の位置 P から、視線 U_p が規定される。面交差点 S は、視線がマッピング面 6 0 と交差するところに規定される。この点は、局所的なユークリッド空間に変換され、面 $f_{\text{surface}}(U_p, V_{op})$ にマッピングされる。次いで、面交差点は、面 $f_{\text{surface}}^{-1}(U_{os}, V_{op})$ からマッピングされ、基準座標系に変換される。

【 0 0 5 4 】

ソース、マッピング面およびディスプレイのための上述の変換を用いて、各ソースによって捉えられる画像を適切に相関付け、これにより、画像を適切に整合および表示することができる。

【 0 0 5 5 】

上述のように、この発明の中央プロセッサは、各ソースからの各画像をマッピング面に関連付ける。この手順はタイリングと称される。各画像については、区域またはタイルは、マッピング面上で、典型的には一定の方位角の境界および一定の仰角の境界によって規定される。タイリングは、画像の境界を審美的に形作ることを可能にするだけでなく、グラフィックスプロセッサにより絶えずレンダリングされるマッピング面の各頂点に対する正確なつなぎ合わせおよび融合の混合係数定義を可能にする。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 には、このタイリング手順が示される。上述のように、マッピング面 6 0 は、頂点 8 4 の集合として規定される。中央プロセッサは、これらの頂点を、特定の画像に対するテクスチャ座標に関連付ける。特に、ソース 1 2 からの画像 8 6 は、マッピング面 6 0 上に有効に投影される。頂点は、マッピング面座標系 6 8 に対して位置決めされる。頂点は、投影された画像によって覆われる区域のサブセットであるタイル 9 0 を規定する。次にレンダリングおよび表示されるのが、このタイル部分 9 0 である。画像全体の寸法より小さいタイルを選択することにより、センサ光学機器または他の歪みのせいで、典型的には画像の縁にもたらされるフェーディングまたは他の劣化をタイル画像からなくす。上述のプロセスは、複合画像を表示するのに用いるための一連のタイルが作られるように、すべての画像に対して実行される。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 に図示されるのは、中央プロセッサによって用いられる変換であり、これにより、頂点および関連するテクスチャ座標がグラフィックスプロセッサに与えられて、画像をレンダリングおよび表示する。図 1 1 に示されるように、ソース 1 2 はそれ自体の座標系 6 4 を有し、これには画像 8 6 が含まれ、この画像 8 6 は、画像に対応する頂点 8 4 を有するマッピング面 6 0 にマッピングされる。ディスプレイ 2 8 は、関連付けられた座標系 6 6 を有し、マッピング面の前方に配置される。さらに、ソース 1 2 のラスタ空間 9 4 と、ディスプレイのラスタ空間 9 6 とが示される。タイル頂点は、ソースラスタ空間 9 4 にマッピングされ、これにより 2 D テクスチャ座標が設定される。

【 0 0 5 8 】

ディスプレイ 2 8 が線形ディスプレイ光学機器を有する場合、タイルを規定する頂点 8 4 は、3 D テクスチャの多角形としてレンダリングされて、これにより、ディスプレイ瞳空間からの遠近投影をディスプレイラスタ空間 9 6 に与える。ディスプレイが非線形光学機器を有する場合、タイル頂点は、ディスプレイラスタ空間にマッピングされて、2 D 頂点座標を設定する。タイル頂点は、次いで、2 D テクスチャの多角形としてレンダリング

10

20

30

40

50

される。これは、ディスプレイ画像空間からディスプレイラスタ空間への正射投影である。

【 0 0 5 9 】

各画像を共通のマッピング面へ正確にマッピングすることと、画像、マッピング面およびディスプレイを共通の座標系に関連付けるために変換することに加えて、この発明のシステムおよび方法は、表示される画像を向上させるための技術も提供する。先に述べたように、この発明のシステムおよび方法は、隣接する画像タイルを一緒につなぎ合わせて、複合画像を形成するための方法を提供する（図4のステップ240を参照）。図12および図13には、このつなぎ合わせプロセスが示される。

【 0 0 6 0 】

特に、図12には、水平なモザイク画像配列100を集散的に規定する一連の画像タイル98a~98iが示される。これらのタイルの各々は、ソースで捉えられ、各タイルの隣接する端縁が同一の画像を含むように、互いに僅かに部分的に重なる。たとえば、タイル98fの端縁部分102は、タイル98eの端縁部分104に表示されるのと同じ視野を表示するものである。同じことが、各タイルの他の隣接する部分すべてに対して当てはまる。これは、2次元のモザイク配列にも適用され、この場合、垂直に隣接するタイルの上端部および下端部が混合される。

【 0 0 6 1 】

各タイルの端縁において画像が同じであると仮定すると、タイルは、画像の共通部分が互いに重なり合うように、その隣接する端縁が部分的に重ね合わされる。この関係は、中央プロセッサによって数学的に設定される。特に、中央プロセッサは、各タイルに対しては、同じマッピング面頂点を有するよう各タイルの端縁部分を規定する。たとえば、端縁部分102における画素102aは、端縁部分104における画素104aとして、指定された同じマッピング面頂点を有するだろう。より特定的には、中央プロセッサが、第1のタイル98eをレンダリングするためにグラフィックスプロセッサに情報を送ると、それは、端縁部分104を表わす三角形ストリップのための頂点、テクスチャおよび色情報を送るだろう。中央プロセッサが、第2のタイル98fをレンダリングするために情報を送ると、それは、端縁部分102を表わす三角形ストリップのための頂点、テクスチャおよび色情報を送るだろう。異なるタイルに対する2つの画素102aおよび104aが、独立しているが同一である頂点ストリップから決定されるので、グラフィックスプロセッサは、ディスプレイ上の同じ位置において2つの画素をレンダリングし、かつ表示するだろう。これは、隣接するタイル間に部分的な重なりを設けるために画像が同じである各隣接するタイルにおける各対応する画素に対してなされる。これが、図12に示される隣接した端縁すべてに対してなされることに留意されたい。タイル98a~98iを部分的に重ね合わせるにより、複合モザイク画像100を表示することができる。

【 0 0 6 2 】

タイルの部分的に重なる隣接した端縁により、或る程度つなぎ合わされるが、単に部分的に重ねるだけでは、継目のない画像はもたらされない。このために、この発明のシステムおよび方法はさらに、画像を処理して隠れた継目を作り出す。図13を参照すると、この発明のシステムおよび方法は、オープンジェエルのテクスチャ調整と画素混合能力とを活用して継目を隠す。特に、図13に示されるように、一連の画像106a~106dは、マッピング面60上でレンダリングされて、複合画像108を形成する。この発明のシステムおよび方法は、マッピング面60上において、画像が部分的に重なる位置に混合ゾーン110を規定する。各混合ゾーンは、マッピング面上において複数の頂点を規定する。

【 0 0 6 3 】

2つの画像を混合するために、この発明の中央プロセッサは、混合ゾーンにおける頂点の色の強度値を変更する。特に、先に述べられるように、各頂点に対しては、中央プロセッサは、頂点座標、テクスチャ座標および色を規定する。色に関連付けられるアルファ混合値が、グラフィックスプロセッサによって用いられて、現在レンダリングされる画素が

10

20

30

40

50

いかにフレームバッファの内容に寄与するかを決定する。この発明の一実施例では、中央プロセッサは、グラフィックスプロセッサのテクスチャ調整および混合能力が、2つのタイル画像を一緒に混合するために混合ゾーンにおいて漸減する効果をもたらすように、頂点色を規定する。テクスチャ調整では、結果として生じる画素色は、関連する頂点から補間される単色として始まるが、関連するテクスチャ画像内容でもってこの色を調整することにより、さらに変更される。たとえば、頂点がすべて赤の三角形は、通常、単色の赤の三角形としてレンダリングされるが、関連付けられるモノクロのテクスチャ画像によって調整される場合、結果として赤の三角形画像が現われることとなる。この調整は、赤、緑および青の画素値に対して独立して実行され、こうして、緑のテクスチャを有する青の三角形は、結果として黒の画素になる。

10

【0064】

混合関数には、レンダリングされた画素とフレームバッファにおける既存の画素との重み付け総和が含まれ、赤、緑および青の構成要素に対して独立して実行される。第1の混合関数($f_{blend}()$)は、画素に対して、補間された頂点アルファ値を用いて、以下のよう重み付けを決定する。

【0065】

$$\text{Display} = f_{blend}() = \alpha \text{ImageA} + (1 - \alpha) \text{ImageB}$$

第2の混合関数($f_{blend}()$)は、ソース画素のImageAに対してのみ、補間されたアルファを用い、ImageBの重み付けに対して1を用いる。すなわち、以下のとおりである。

【0066】

$$\text{Display} = f_{blend}() = \alpha \text{ImageA} + (1 - \alpha) \text{ImageB}$$

特定のモザイク端縁混合ゾーンの2つの三角形ストリップをレンダリングする場合、第1のストリップは、 $f_{blend}()$ を用いてレンダリングされ、次いで、第2のストリップは、 $f_{blend}()$ を用いてレンダリングされる。なんらかの基本演算では、フレームバッファが最初に画素値Display0を含むと仮定すると、結果として生じる画素値を以下のように示すことができる。

【0067】

$$\text{Display} = \alpha \text{ColorB} \text{ImageB} + \alpha \text{ColorA} \text{ImageA} + (1 - \alpha) \text{Display0}$$

ColorAおよびColorBは、和が1になるように、混合ゾーンの色の漸減によって規定される。

30

【0068】

$$\text{ColorB} = 1 - \text{ColorA}$$

$$\text{Display} = \alpha (\text{ImageB} - \text{ColorA} \text{ImageB} + \text{ColorA} \text{ImageA}) + (1 - \alpha) \text{Display0}$$

さらに、画像の位置合わせが完全であるか、または、ImageBとImageAとが等しいと仮定すると、結果は以下のとおりである。

【0069】

$$\text{Display} = \alpha \text{ImageB} + (1 - \alpha) \text{Display0}$$

位置合わせの誤りによる画素値誤差を以下のように示すことができることもわかる。

【0070】

$$\text{DisplayError} = \alpha \text{ColorA} (\text{ImageA} - \text{ImageB})$$

これは、混合ゾーン領域におけるすべてのディスプレイ画素に当てはまる。というのも、要因となる各ソース画像からの三角形のストリップは、同一の頂点位置と、和が1である色の変化度合いとで規定されるからである。

40

【0071】

混合ゾーン定義は和が1となるよう指定されるが、隣接するソース画像間の輝度の不整合が、依然として、複合画像に不連続性を引き起こすおそれがある。この不連続性は、より明るい画像の内側の混合ゾーン頂点の色等級を減ずることにより、最小限にされる。等級スケール係数は、問題となっている点における隣接する画像の相対的な輝度率の割合として算出される。局所的な区域の単純な平均値が、各ソース画像に対する各混合ゾーンテクスチャ座標で算出される。たとえば、図14に示されるように、2つの画像が継目112

50

で一緒につなぎ合わされる場合、画像間に輝度 1 1 4 の違いが生ずる可能性がある。これを軽減するために、より明るい画像に対する強度等級を相対的な強度率で減じることができ、結果として、より好ましい輝度整合 1 1 6 となり得る。

【 0 0 7 2 】

隣接するタイル端縁を混合するための方法を提供することに加えて、この発明は、異なる種類のソースからの画像を融合するための方法も提供する。画像融合により、ユーザには、要因となる各ソースによって提供される固有の利点を含む複合画像が見えるようになる。ビデオカメラおよび赤外線ソースからの画像を融合する例では、融合された画像は、カメラの視覚的特性および赤外線ソースの熱視覚化の恩恵を得る。

【 0 0 7 3 】

図 1 5 は、融合を図示したものである。図示のとおり、中央プロセッサ 3 6 は、同じかまたは類似の視界を有する 2 つの別個のソースから、別個の画像 1 1 8 a および 1 1 8 b を受ける。動作においては、中央プロセッサは、モザイク画像タイルに類似する要因となる各画像に対する画像メッシュを規定するが、この場合、要因となる各タイルは、小さな混合ゾーンではなく、大きな区域において部分的に重なる傾向がある。一方の画像または他方の画像を強調するために、中央プロセッサは、タイル頂点のアルファ混合色値を用いる。たとえば、割合に基づいた方法では、中央プロセッサは、同じアルファ値を、特定のメッシュにおけるすべての頂点に割当てて、 $f_{blend}()$ 関数を用いることにより、メッシュは、先に規定された重み付け和を用いてソース画素を現在のディスプレイ画素値と組み合わせるように、レンダリングされる。

【 0 0 7 4 】

$$Display1 = f_{blend}() = \alpha ImageA + (1 - \alpha) Display0$$

割合に基づいた融合の代替例として、内容に基づいた融合を用い得る。この方法は、類似の割合の混合を含むが、タイル頂点に割当てられたアルファ (α) 値を用いるのではなく、ソース画素強度から混合係数が決定される。これは、以下の式に記載される画素駆動のアルファと称される。

【 0 0 7 5 】

$$Display1 = (ImageA / 2^N) \alpha ImageA + (1 - ImageA / 2^N) Display0$$

N = 画素ビット深度

一例として、図 1 7 には、一緒に融合された赤外線画像 1 2 6 a および CCD カメラ画像 1 2 6 b が示され、この場合、赤外線タイル頂点には赤色値が割当てられ、CCD タイル頂点には緑色値が割当てられる。これは、赤と緑との対抗する色のコントラストを利用することにより、各ソース画像のスペクトルの内容を強調する。たとえば、車のボンネット上の反射光 1 2 8 は可視画像から生じ、電柱上の電力変圧器 1 3 0 は赤外線画像によって強調される。

【 0 0 7 6 】

他の融合技術が、この発明で用いるために企図される。これらは、たとえば、算術演算、周波数領域処理、ならびに対象物識別および抽出を含む。

【 0 0 7 7 】

モザイク画像つなぎ合わせと画像融合とに加えて、画像タイリング能力はまた、視認可能な空間全体にわたって分散されるピクチャ・イン・ピクチャ仮想ディスプレイを表わす能力を提供する。たとえば、下方のディスプレイ区域に表わされる移動する地図を有することは、膝の上に紙の地図を有することと同様に望ましい場合がある。バックミラーと同様に、上方のディスプレイ区域において、タイルにマッピングされた後ろ向きのカメラを有することがさらに要望され得る。これらの概念が示される図 1 8 には、乗物の前方視野におけるつなぎ合わされた水平な赤外線画像配列 1 3 2、上方のバックミラータイル 1 3 4、および下方の移動地図タイル 1 3 6 が示される。この画像は、さらに、乗物位置に相関付けられる頭部追跡 3 D 地形レンダリングなどの合成画像ソースで向上され得る。

【 0 0 7 8 】

この場合、中央プロセッサは、ナビゲーションデータベースから 3 D 地形およびグラフ

10

20

30

40

50

ックスを生成する合成視覚システムの出力を受ける。合成視覚画像は、マッピング面に変換され、画像融合機能を含む他のソース画像と同様にレンダリングされる。たとえば、図19には、図18の複合視野の中央区域と融合した合成画像が示される。

【0079】

移動地図データに加えて、他の種類のディスプレイデータもまた、別個のタイルに表示され得るか、または画像と融合され得る。たとえば、航空機HSIおよびADIディスプレイ、高度計、対気速度などがタイルとしてディスプレイ上に表示されるか、または画像と融合されて、機器測定値をパイロットに見えるようにし、さらに航空機を囲む環境を見えるようにする統合された視野を提供し得る。

【0080】

図示されないが、システムおよび方法はまた、ピクチャ・イン・ピクチャタイリング、ズーム、パンなどを提供する能力を含む。

【0081】

「視覚画像化を提供するためのシステムおよび方法 (“Systems and Methods for Providing Enhanced Vision Imaging with Decreased Latency”) 」と題され、この明細書と同時に出願された米国特許出願連続番号第10/377,412号は、フィールドプログラマブルゲートアレイまたは類似の並列処理装置を用いる画像ディスプレイシステムを記載し、その内容が、この明細書中に引用により援用される。

【0082】

この発明の多くの変形例および他の実施例が上述の説明および添付の図面に表わされる教示の利点を有することが、この発明に関係する当業者に理解されるだろう。したがって、この発明が開示された特定の実施例に限定されず、変形例および他の実施例が、添付の特許請求の範囲内に含まれることを意図したものであることが理解されるべきである。特定の用語がこの明細書中に用いられるが、これらは、一般のおよび記述的な意味でのみ用いられ、限定するために用いられるのではない。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】この発明のシステムおよび方法を実現し得る航空機の上面図および側面図である。

【図2】この発明の一実施例に従った高度な視覚システムを提供するためのシステムのブロック図、およびこの発明で用いるためのヘルメット追跡システムを備えた頭部装着ディスプレイを示す図である。

【図3】この発明の一実施例に従った高度な視覚システムを提供するために用いられる画像プロセッサのブロック図である。

【図4】この発明の一実施例に従った高度な視覚システムを提供するために実行される動作のブロック図である。

【図5】頂点メッシュへのテクスチャ画像のマッピングを示す図である。

【図6A】マッピング面の異なる配置およびこれに関連する問題を示す図である。

【図6B】マッピング面の異なる配置およびこれに関連する問題を示す図である。

【図6C】マッピング面の異なる配置およびこれに関連する問題を示す図である。

【図6D】マッピング面の異なる配置およびこれに関連する問題を示す図である。

【図7】ソース、ディスプレイおよびマッピング面のための異なる座標系を示す図である。

【図8】異なる座標系間におけるソースおよびディスプレイの変換を示す図である。

【図9】異なる座標系間におけるマッピング面の変換を示す図である。

【図10】マッピング面上への画像のタイリングを示す図である。

【図11】マッピング面からディスプレイへの画像の変換およびレンダリングを示す図である。

【図12】複合画像を形成するための、隣接するタイルのつなぎ合わせを示す図である。

【図13】複合画像を形成するための、隣接するタイルのつなぎ合わせを示し、さらに混

10

20

30

40

50

合ゾーンの使用を示す図である。

【図14】隣接する画像間の接合部における異常の修正を示す図である。

【図15】複合画像を形成するための、2つの画像を合わせる融合を示す図である。

【図16】複合画像を形成するために2つの画像を割合に基づいて融合した結果を示す図である。

【図17】複合画像を形成するために2つの画像を内容に基づいて融合した結果を示す図である。

【図18】ディスプレイ内の異なる画像のタイリングを示す図である。

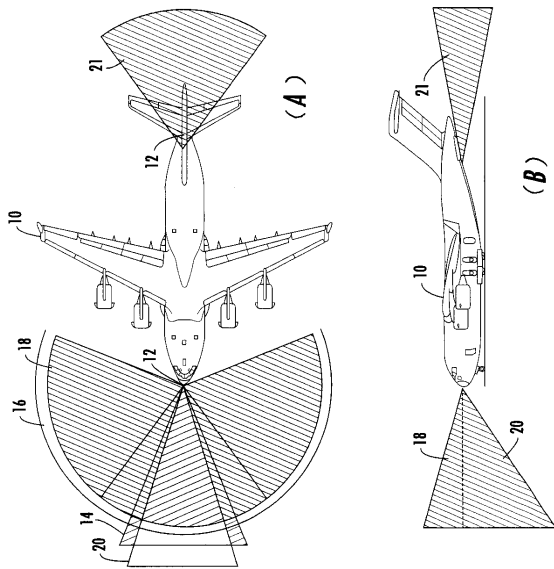
【図19】合成データベース画像との赤外線画像の融合を示す図である。

【符号の説明】

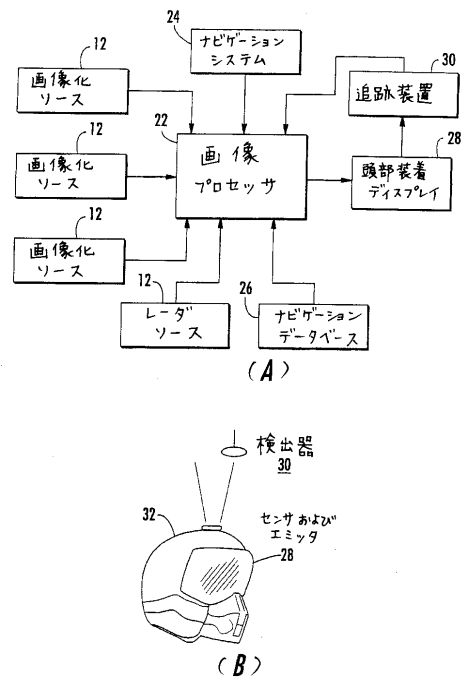
【0084】

12 センサ、60 マッピング面、64 座標系、66 座標系、68 座標系、28 ディスプレイ、84 頂点、86 画像、90 タイル、94 ラスタ空間、96 ディスプレイラスタ空間。

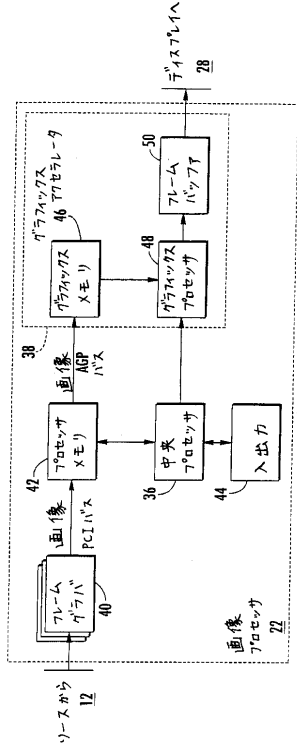
【図1】



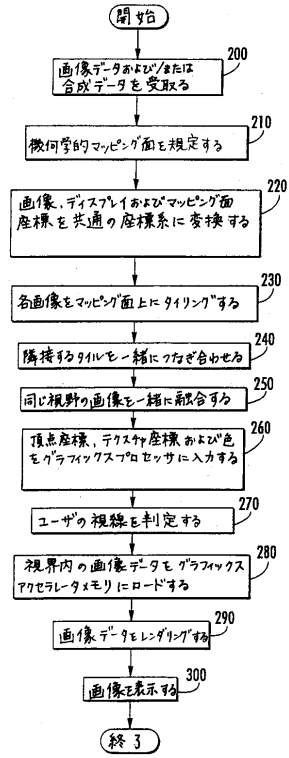
【図2】



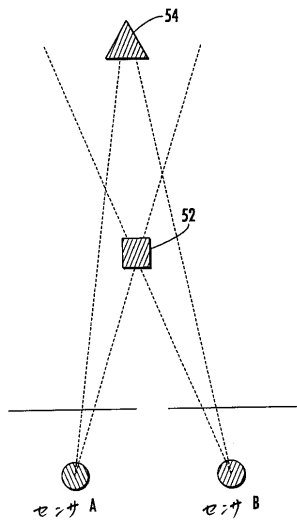
【図3】



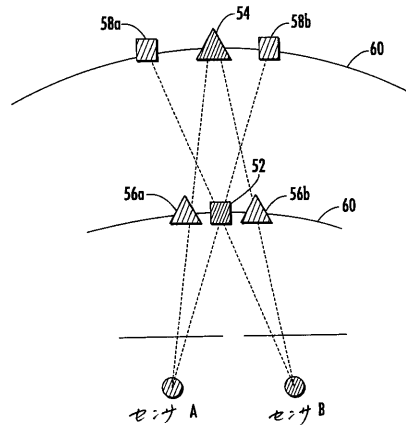
【図4】



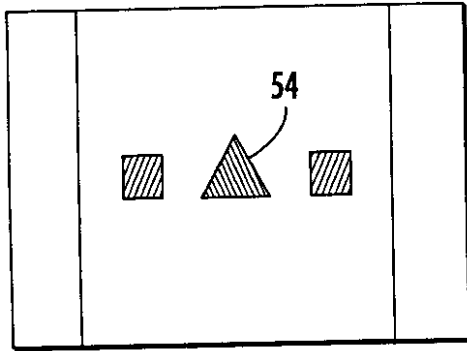
【図6A】



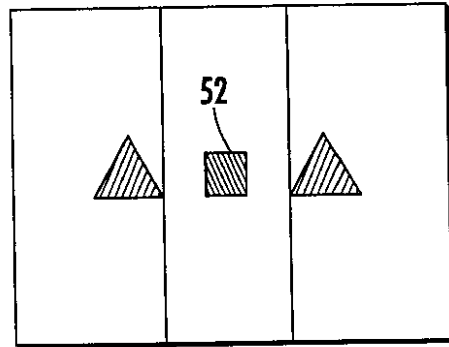
【図6B】



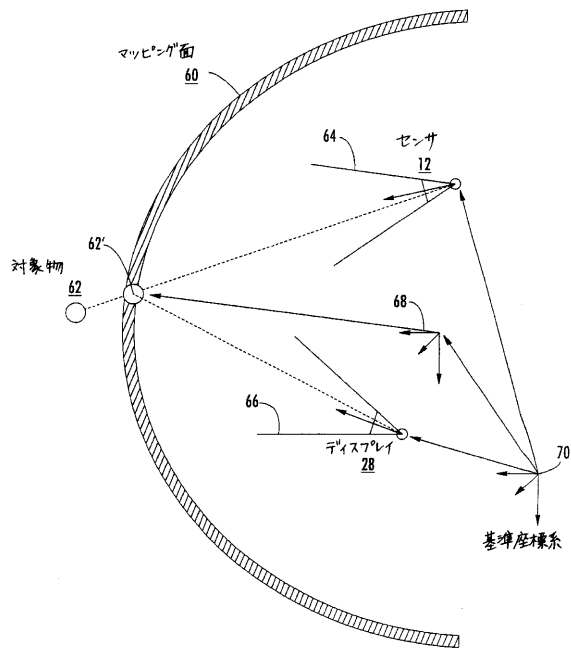
【図6C】



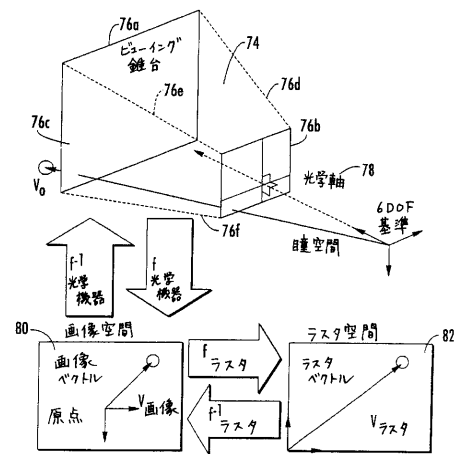
【図6D】



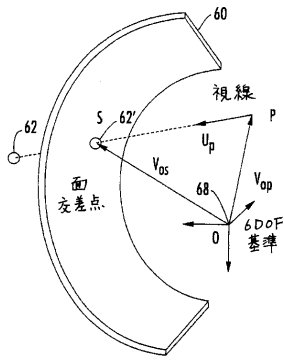
【図7】



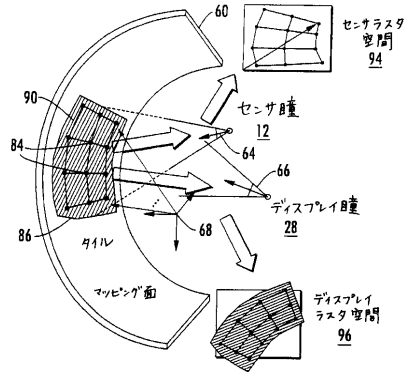
【図8】



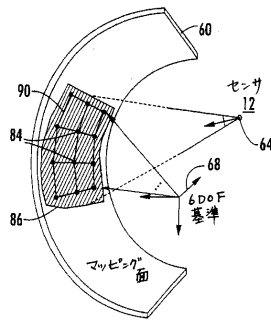
【図9】



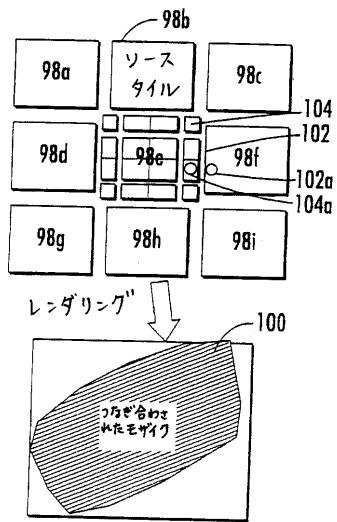
【図11】



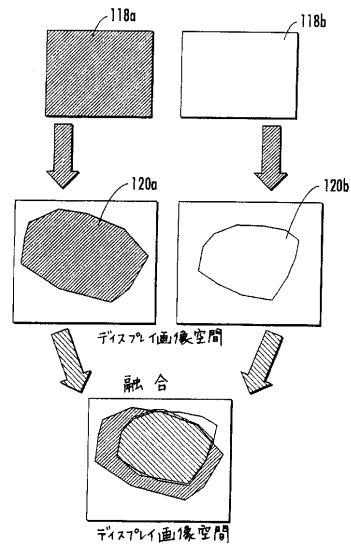
【図10】



【図12】



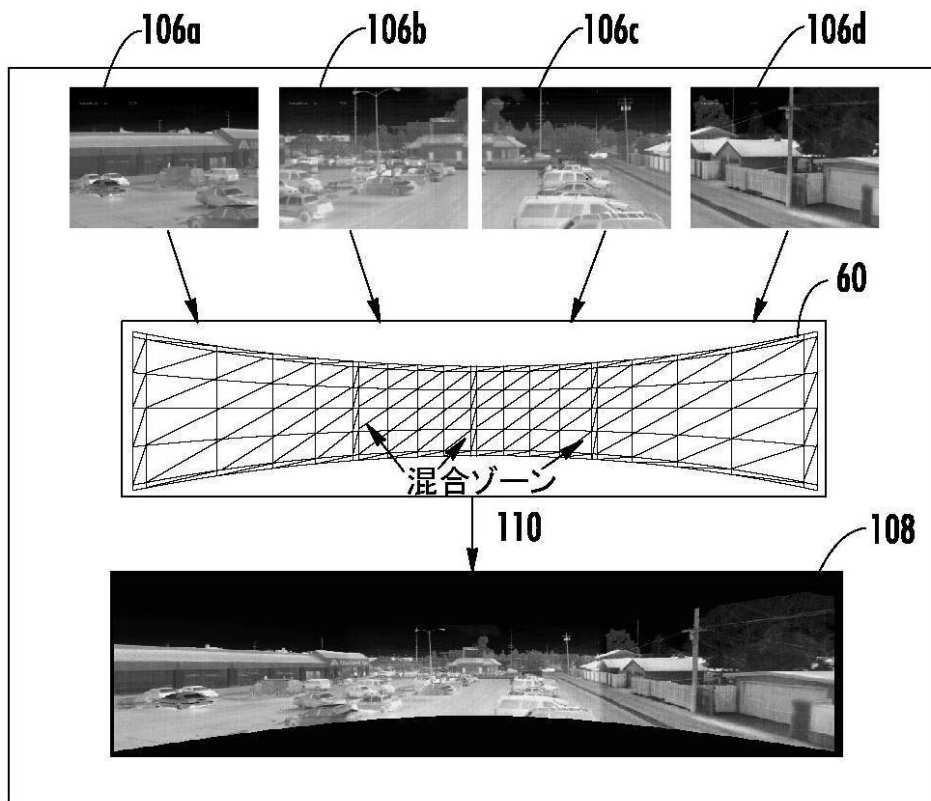
【図15】



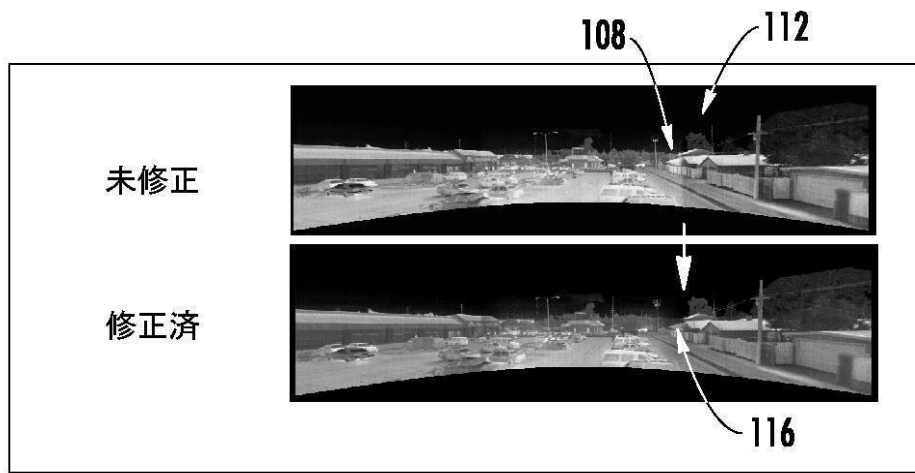
【図5】



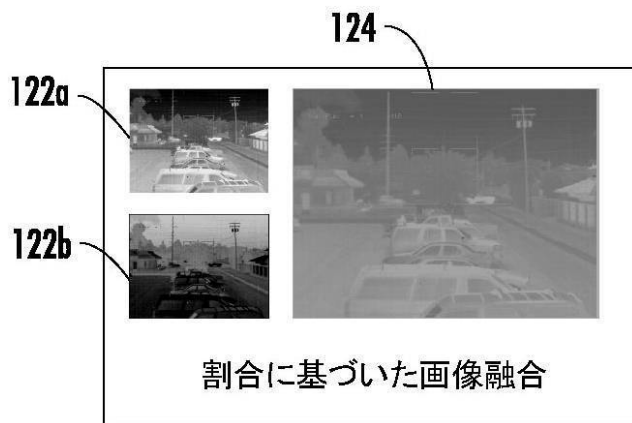
【図13】



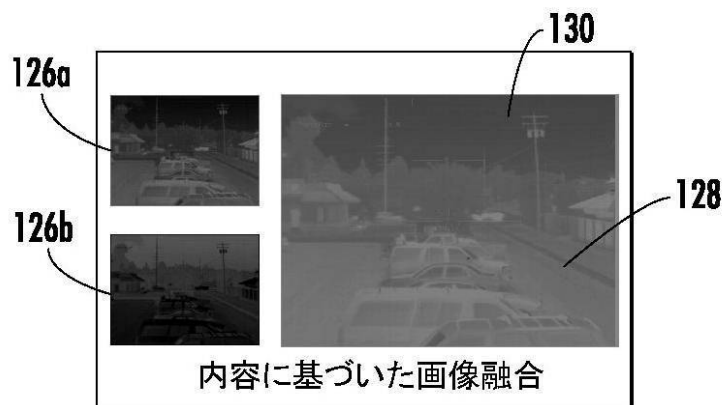
【図14】



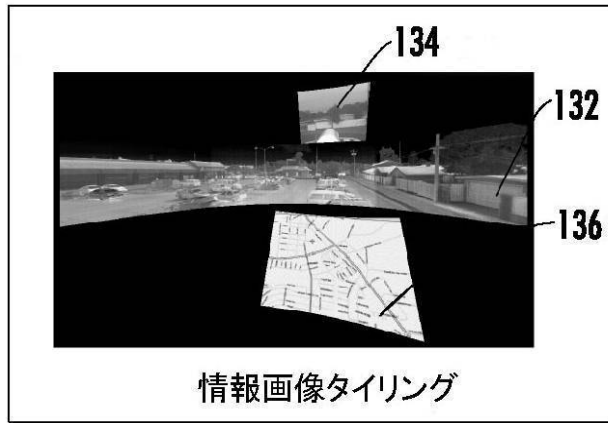
【図16】



【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特開2001-229395(JP,A)
特開2000-339499(JP,A)
特開平10-326351(JP,A)
特開昭62-140174(JP,A)
特開2002-133443(JP,A)
特開平10-105734(JP,A)
特開2000-076488(JP,A)
特開平06-060196(JP,A)
特開平08-161520(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 15/00 - 17/50