

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5046132号
(P5046132)

(45) 発行日 平成24年10月10日 (2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日 (2012.7.27)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 Z
G O 6 T 3/00 (2006.01)	G O 6 T 3/00 2 0 0

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-87965 (P2009-87965)	(73) 特許権者	000006611
(22) 出願日	平成21年3月31日 (2009.3.31)		株式会社富士通ゼネラル
(65) 公開番号	特開2010-171914 (P2010-171914A)		神奈川県川崎市高津区末長 1 1 1 6 番地
(43) 公開日	平成22年8月5日 (2010.8.5)	(74) 代理人	100083194
審査請求日	平成23年1月31日 (2011.1.31)		弁理士 長尾 常明
(31) 優先権主張番号	特願2008-328484 (P2008-328484)	(72) 発明者	河野 恭佑
(32) 優先日	平成20年12月24日 (2008.12.24)		神奈川県川崎市高津区末長 1 1 1 6 番地
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		株式会社富士通ゼネラル内

審査官 榎 一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、

前記画像変換部は仮想的な画像変換モデルに基づいて構成されてなり、

前記画像変換モデルは、円形の平面からなる前記入力画像と、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される半球状の仮想物体面と、前記球形歪を補正する補正面と、画像変換される表示面とを順に並べ、前記魚眼レンズの光軸と対応する仮想光軸が、前記入力画像の中央に位置する光軸原点からこれらの面の中央を直角に挿通し、前記補正面は、中央に配置された中央面と、同中央面の下側に配置された下中央面と、同中央面の左右にそれぞれ配置された左側面、及び右側面とで構成され、前記下中央面と、同左側面と、同右側面とは前記光軸原点に向かって屈曲してなり、

前記仮想光軸方向の前記補正面に投射された前記仮想物体面上の画像は、前記表示面へ正射影方式で投射され、投射された前記表示面の画像としてなる構成であることを特徴とする画像データ変換装置。

【請求項 2】

魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、

前記画像変換部は、円形の平面からなる平面直交座標系の前記入力画像を、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される極座標系の半球状の仮想物体面上の画像に変換し、該仮想物体面上の画像を、前記球形歪を補正する３次元直交座標系の補正面上の画像に変換し、該補正面上の画像を、平面直交座標系の表示面上に正射影法により投影して、前記出力画像を得、

前記補正面は、前記表示面の横と縦の座標を x_0 , y_0 とし、前記補正面の３次元座標を x_1 , y_1 , z_1 とするとき、

$$x_1 = x_0$$

$$y_1 = y_0$$

10

$$z_1 = \begin{cases} \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos\frac{\pi}{2} x_0\right)\right) & [y_0 < 0] \\ \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos\frac{\pi}{2} x_0\right)\right) + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos\frac{\pi W}{2 H} y_0\right)\right) - \frac{1}{2} & [y_0 \geq 0] \end{cases}$$

の式で算出されることを特徴とする画像データ変換装置。ただし、 W/H は前記表示面のアスペクト比で、 W は横、 H は縦の値を示す。

【請求項３】

魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、

20

前記画像変換部は、円形の平面からなる平面直交座標系の前記入力画像を、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される極座標系の半球状の仮想物体面上の画像に変換し、該仮想物体面上の画像を、前記球形歪を補正する３次元直交座標系の補正面上の画像に変換し、該補正面上の画像を、平面直交座標系の表示面上に正射影法により投影して、前記出力画像を得、

前記補正面は、前記表示面の横と縦の座標を x_0 , y_0 とし、前記補正面の３次元座標を x_1 , y_1 , z_1 とするとき、

$$x_1 = x_0$$

$$y_1 = y_0$$

30

であり、

$$f(x_1) = \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos\frac{\pi}{2} x_0\right)\right)$$

$$g(y_1) = \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos\frac{\pi W}{2 H} y_0\right)\right)$$

40

とし、 $y_0 < 0$ のとき $g(y_1) = 1/2$ とするとき、

$$\min'(a, b) = \left((a+c)^{1/p} + (b+c)^{1/p} \right)^p - c$$

から（但し、 p 、 c は任意の数）、 $a = f(x_1)$ 、 $b = g(y_1)$ として、

$$z_1 = \min'(f(x_1), g(y_1))$$

の式で算出されることを特徴とする画像データ変換装置。ただし、 W/H は前記表示面のアスペクト比で、 W は横、 H は縦の値を示す。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、魚眼レンズを通して撮像した球形歪を含む画像を入力画像とし、この入力画像を人間の目で見た場合に違和感が少ない画像に変換して出力する画像データ変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、魚眼レンズを通して撮像するカメラ装置が撮像した画像を入力し、画像補正して出力する画像データ変換装置としては、図14のブロック図に示す構成が一般的である。図14において、カメラ装置80は、魚眼レンズ81と、これを介して入力される光像を電気信号に変換する撮像素子82と、撮像素子82に対して画素の読み出しアドレスを順次指定しながら画素信号を取り込んで、デジタルの画像データとして出力する画像処理部83とを備えている。

10

【0003】

また、画像データ変換装置90は、カメラ装置80から出力されるデジタルの画像データを1フレーム毎に記憶するフレームメモリ部91と、そのフレームメモリ部91に記憶された画像データの座標位置を所定の方法で変換して再度フレームメモリ部91に記憶すると共に、変換された画像データの画素補間を指示する画像変換部92と、フレームメモリ部91から出力される変換画像データを画像変換部92の指示にしたがって画素補間する画像補間部93と、同画素補間された画像データをアナログ信号に変換するD/Aコンバータ94とを備えている。

20

【0004】

画像変換部92で行なわれる変換方式として、例えば、特許文献1に記載の方式と特許文献2に記載の方式がある。特許文献1に記載の方式は、魚眼レンズを用いて撮像された魚眼画像を表示用の平面画像に変換するために、平面画像の座標を魚眼撮像面の仮想物体面へ投影した第1投影座標を求めるための第1座標演算部と、この第1座標演算部により求めた第1投影座標を魚眼撮像面へ投影した第2投影座標を求めるための第2座標演算部を備えるものである。

【0005】

特許文献2に記載の方式は、魚眼レンズによって撮影された魚眼画像の平面画像データを、円筒面の画像データに変換するものである。すなわち、魚眼レンズによる撮影により得られる円形画像データの一部の領域に対して、円形画像データの中心を原点とする平面直交座標系における当該領域上の点「 $g(\theta) \cdot \cos \phi$ 、 $g(\theta) \cdot \sin \phi$ 」を、 R を定数とする円柱座標系上の点「 R 、 ϕ 、 $R / \tan \phi$ 」へ変換するものである。 θ は当該点の魚眼レンズ光軸に対する天頂角であり、 $0 < \theta < \pi / 2$ であり、 $g(\theta)$ は $g(0) = 0$ を満たし、 θ の範囲が単調増加する関数である。 ϕ は方位角であり、平面直交座標系の原点と円形画像上の点とを結んだ線分が平面直交座標系における1座標軸と成す角度である。

30

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の方式は、比較的見やすい画像に変換できるものの、光軸原点から直接的に平面画像の座標に変換するので、画角に実用的な制限があり、この平面での左右上下の端部付近の画像を表示することができない。また、全てを表示させようとすると、無限大の平面が必要になる。理論的には180度以上の画角には対応できない。さらに、光軸方向（画像の奥行き方向）に長い物体が極端に拡大され、人の目には違和感が生じる。一方、特許文献2に記載の方式は、上下方向に画角制限があるものの、左右方向に関しては制限がなく、完全な範囲を表示させることができる。ところが、画面の左右方向の直線と奥行き方向の直線は全て湾曲し、非常に見にくい画像となる。

40

【0007】

そこで、本発明者は、魚眼レンズなどを介して撮像された球形歪を含む画像をできるだけ広角に画像変換するとともに、縦方向と奥行き方向の直線に歪がなく、横方向での直線歪が少なく、人間にとって見やすい画像に変換する画像データ変換装置を提案した（特許

50

文献 3)。

【0008】

以下、この画像データ変換装置について説明する。図 3 (a) は入力画像と出力画像との仮想的な関係を示す画像変換モデルを示す図、図 3 (b) はその上面図である。ここでの変換方法は、円形面上の魚眼画像である入力画像 1 を、一旦、所定形状の補正面 3 A (三次元) 上へ変換し、さらに、この補正面 3 A 上の画像を、正射影法により矩形の表示面 4 に、目的とする出力画像として投影する。

【0009】

魚眼レンズで撮影される被写体は、その魚眼レンズから見た角度で撮像素子上での位置が決まるので、被写体は半径 1 の半球面 2 上に位置しているものと仮定し、その被写体の画像である入力画像 1 は、半径 1 の円内、具体的には図 1 4 に示す撮像素子 8 2 の撮像面上に結像しているものとする。なお、この半球面を仮想物体面 2 と呼ぶこととする。また、円形の入力画像 1 の中心は、撮像に使用されるレンズの原点に対応する光軸原点: O であり、この点から垂直に延出した仮想的な線が光軸 5 である。

【0010】

図 3 (a) に示すように、補正面 3 A は、光軸 5 の正面に位置する中央面 3 a と、光軸 5 の進行方向右側に配置された右側面 3 b と、光軸 5 の進行方向左側に配置された左側面 3 c とで構成されている。そして、補正面 3 A の中央面 3 a と表示面 4 は、光軸 5 に対して垂直に配置される。また、補正面 3 A は仮想物体面 2 を包み込むように配置される。また、この補正面 3 A の中心点と表示面 4 の中心点は、光軸原点からの光軸 5 で貫かれる位置となっている。さらに、補正面 3 A と表示面 4 の上下方向は、歪の少ない直線状となり、表示面 4 は左右方向に対しても直線状となる。

【0011】

従って、仮想物体面 2 からの画像が写される補正面 3 A の画像の縦 (y) 方向は、横 (x) 方向がどの位置であっても、縦の直線が湾曲するような歪みがない。さらに、この補正面中心を通る横 (x) 方向のライン上では、横方向の直線が湾曲するような歪みがない。しかし、補正面 3 A の横方向では、魚眼レンズの特性上、この補正面 3 A の中心を通る横方向のライン上以外の場所で、横方向の直線が屈曲する歪を生じる。

【0012】

図 4 は画像変換モデルの具体例を示す図であり、基本的には図 3 で説明した図と同じである。なお、参考までに、撮像素子 8 2 の撮像面 6 を点線で図示している。一般的には、円形の撮像素子がカメラに用いられることはなく、横縦比 (アスペクト比) が 4 : 3 などの撮像素子が用いられ、カメラから出力される画像出力信号も、この比率の画像となっている。

【0013】

画像データ変換装置は、入力した画像を変換して出力するものであるが、出力画像、つまり、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ に対応する入力画像 1 の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ との関係を予めテーブル化しておき、実際の装置において、入力した入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ を表示座標 $P(x_0, y_0)$ に変換して出力するものである。

【0014】

入力画像 1 の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ と表示座標 $P(x_0, y_0)$ との関係は、以下のように求める。図 4 では、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ を、一旦、補正面 3 A の画素座標 $H(x_1, y_1, z_1)$ に変換し、この座標を仮想物体面 2 の半球面の極座標 $K(r_2, \theta_2, \phi_2)$ に変換し、この座標を最終的に入力画像 1 の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ へ変換する。これらの変換を、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の全てにおいて計算し、計算された結果を、例えば ROM (以下、変換 ROM と呼称) などの記憶素子に記憶させておく。なお、この変換 ROM は、この変換 ROM のアドレス「 x_0, y_0 」で示される場所に「 x_3, y_3 」の値が記憶されている。

【0015】

従って、図 1 4 の画像データ変換装置において、フレームメモリ部 9 1 は、入力画像 1

10

20

30

40

50

の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ をアドレスとして順番に指定しながら全ての入力画像の画素データを格納する。そして、変換ROMを備えた画像変換部92は、変換ROMのアドレスに、「 x_0, y_0 」を順番に指定しながら、変換ROMの出力データ(アドレス値)をフレームメモリ部91のアドレスとし、その結果フレームメモリ部91から表示面4の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の画素データとして読み出される。

【0016】

なお、この変換において、「 x_0, y_0 」に対して算出された「 x_3, y_3 」は小数を含む実数であり、算出された「 x_3, y_3 」をそのままフレームメモリ部91のアドレスとして使用することはできない。そこで、フレームメモリ部91のアドレスに画像変換部92から出力されたデータ「 x_3, y_3 」を指定して読み出すが、この時、「 x_3, y_3 」の座標を囲む複数の画素の画素データが読み出されて画像補間部93に送られる。画像補間部93では、送られてきた複数の画素データを「 x_3, y_3 」の小数部分の値に応じて各々の画素データに重み付けをして、加算することで表示面4の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の画素データの画像補間を行う。

【0017】

次に、図4と、ここで使用される各面での座標計算式を用いて、表示面4の表示座標 $P(x_0, y_0)$ と、入力画像1の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ との関連について説明する。図4において、表示面4の光軸原点の座標位置を表示原点 $P(0, 0)$ とし、この原点を通過する x 方向の右端を $P(1, 0)$ 、左端を $P(-1, 0)$ とする。また、この原点を通過する y 方向の上端を $P(0, -0.75)$ 、下端を $P(0, 0.75)$ とする。なお、 y 方向の $-0.75 \sim 0.75$ は、 x 方向を $-1 \sim 1$ とした場合の縦方向の比率を表しており、この場合は画面サイズが横4：縦3(横1：縦0.75)を示している。そして、式(1)に示すように、平面直交座標系の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の画素座標は、「 x_0, y_0 」で規定される。

$$\text{表示面4の座標： } P(x_0, y_0) : \begin{cases} x_0 \\ y_0 \end{cases} \quad (1)$$

【0018】

同様の考え方で補正面3Aは、3次元直交系座標の $H(x_1, y_1, z_1)$ で示される。なお、「 x_1, y_1 」は、上記表示座標 P の $X-Y$ 面上と同じため「 x_0, y_0 」と同じ値となる。また、 z_1 は光軸方向の位置を示しており、式(2)で示される式を用いて、 x_0 の関数として算出する。

$$\text{補正面の座標： } H(x_1, y_1, z_1) : \begin{cases} x_1 = x_0 \\ y_1 = y_0 \\ z_1 = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x_0 \right) \right) \end{cases} \quad (2)$$

【0019】

次に、算出したこの「 x_1, y_1, z_1 」を用いて、仮想物体面2に映っている画素の極座標 $K(r_2, \phi_2, \theta_2)$ を式(3)を用いて算出する。

$$\text{極座標： } K(r_2, \phi_2, \theta_2) : \begin{cases} r_2 = 1 \\ \phi_2 = \arctan \frac{y_1}{x_1} \\ \theta_2 = \arctan \frac{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}}{z_1} \end{cases} \quad (3)$$

なお、図4に示すように、ここでは円形となる入力画像の論理的な半径のサイズを、 r_2

= 1 で計算している。また、 θ_2 は入力画像の x 軸から反時計回り方向の角度（方位角）を示し、 ϕ_2 は、 r_2 での半径の直線と光軸 z との間の角度（天頂角）を示している。

【0020】

次に、算出した「 r_2 、 θ_2 」を用いて、仮想物体面 2 に映っている被写体の画素の位置を、式(4)に示すように、平面直交系座標である入力画像座標 I (x_3 , y_3) に変換する。

$$\text{入力画像座標: } I(x_3, y_3): \begin{cases} x_3 = \frac{2}{\pi} \theta_2 \cdot \sin \phi_2 \\ y_3 = \frac{2}{\pi} \theta_2 \cdot \cos \phi_2 \end{cases} \quad (4)$$

10

この入力画像座標 I (x_3 , y_3) は撮像された画素の座標であるが、実際には、撮像素子の横縦比率、例えば横 4 : 縦 3 (横 1 : 縦 0.75) に入力画像が収まるようにする。これが撮像面 6 の撮像画像 I' (x_4 , y_4) であり、撮像時には光が到達しない範囲も含めて、画像信号として図 2 の画像データ変換装置 90 に入力される。

【0021】

これにより、この画像変換モデルを車載のバックカメラで撮像した魚眼画像に適用したとき、上下方向と光軸の奥行方向とに湾曲歪がなく、また、運転者の視野中心、つまり、光軸中心の周辺と画面の左右付近とは横方向の湾曲歪がほとんど無いため、運転者にとって違和感が少ない画像になる。

20

【0022】

さらに、この画像変換モデルにおいては、補正面 3A を中央面 3a と左右側面 3b, 3c とで構成し、仮想物体面 2 を囲むように配置しているため、表示される画角が広く、かつ、補正面 3A が 3 面で構成され、補正面 3A 上の横方向は各面上での直線状の部分が連結された構成であるため、横方向の湾曲歪を低減でき、見易い画像に変換できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0023】

【特許文献 1】特開 2000 - 235645 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 242773 号公報

【特許文献 3】特開 2008 - 311890 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

前述の画像データ変換装置では、魚眼レンズで撮像された球形歪を含む入力画像の真正面と左右を表示面 4 に再現することができる。すなわち、前記した画像データ変換装置では、補正面 3A の極座標の z_1 成分が、

$$z_1 = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x_0 \right) \right) \quad (5)$$

40

であるので、横方向の直線は歪んでしまうが、 $x_0 = \pm 1$ のとき、 $z_1 = 0$ となるので、真横まで表示面 4 に再現することができる。しかし、真下の領域を表示面 4 に再現することはできない。従って、車載用のバックカメラでは、車体と地面との相関を確認できることが望ましいが、これができない。

【0025】

真下の領域を再現するためには、カメラの光軸を下方向に向けることで改善できる。実際にカメラの光軸を下に傾けた時のことを説明する。

図 5 は 6 個の正四角片からなる箱体の上片と前片を除去し、その正面片（奥片）と底片と左片と右片の各中心を通る垂線の交わる点から正面片の中心に向かう線を光軸として、そ

50

の箱体を前面から魚眼レンズで撮像した入力画像 1（魚眼画像）である。

【 0 0 2 6 】

この入力画像 1 に対して、図 3 および図 4 で説明した画像変換モデルを適用すると、表示面 4 に再現される画像は、図 6 に示す画像となり、底片は一部しか再現されない。そこで、カメラの光軸を下方向に 30 度だけ傾けて撮像した図 7 に示す入力画像 1 を得、これに対して前記した画像変換モデルを適用すると、図 8 に示すような画像となり、真下の底片の画像を再現することはできる。しかし、歪が残り、しかも正面片の画像の再現領域が少なくなってしまう。

【 0 0 2 7 】

本発明は以上のような点に鑑みて成されたもので、その目的は、カメラの光軸を傾けず水平にして撮像した入力画像についても、真正面と左右面の歪を少なくすることに加えて、下方の面も広い範囲で歪少なく再現した出力画像が得られるようにした画像データ変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 8 】

請求項 1 にかかる発明は、魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、前記画像変換部は仮想的な画像変換モデルに基づいて構成されてなり、前記画像変換モデルは、円形の平面からなる前記入力画像と、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される半球状の仮想物体面と、前記球形歪を補正する補正面と、画像変換される表示面とを順に並べ、前記魚眼レンズの光軸と対応する仮想光軸が、前記入力画像の中央に位置する光軸原点からこれらの面の中央を直角に挿通し、前記補正面は、中央に配置された中央面と、同中央面の下側に配置された下中央面と、同中央面の左右にそれぞれ配置された左側面、及び右側面とで構成され、前記下中央面と、同左側面と、同右側面とは前記光軸原点に向かって屈曲してなり、前記仮想光軸方向の前記補正面に投射された前記仮想物体面上の画像は、前記表示面へ正射影方式で投射され、投射された前記表示面の画像としてなる構成であることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 2 にかかる発明は、魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、前記画像変換部は、円形の平面からなる平面直交座標系の前記入力画像を、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される極座標系の半球状の仮想物体面上の画像に変換し、該仮想物体面上の画像を、前記球形歪を補正する 3 次元直交座標系の補正面上の画像に変換し、該補正面上の画像を、平面直交座標系の表示面上に正射影法により投影して、前記出力画像を得、前記補正面は、前記表示面の横と縦の座標を x_0 , y_0 とし、前記補正面の 3 次元座標を x_1 , y_1 , z_1 とするとき、

$$x_1 = x_0$$

$$y_1 = y_0$$

$$z_1 = \begin{cases} \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x_0 \right) \right) & [y_0 < 0] \\ \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x_0 \right) \right) + \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} \frac{W}{H} y_0 \right) \right) - \frac{1}{2} & [y_0 \geq 0] \end{cases}$$

の式で算出されることを特徴とする。ただし、 W/H は前記表示面のアスペクト比で、 W は横、 H は縦の値を示す。

【 0 0 3 0 】

請求項 3 にかかる発明は、魚眼レンズを用いて撮像された球形歪を含む被写体画像を入力画像とし、該入力画像の信号から前記球形歪を除去するように画像変換して出力画像を得る画像変換部を備えた画像データ変換装置において、前記画像変換部は、円形の平面からなる平面直交座標系の前記入力画像を、前記魚眼レンズと対応して前記被写体が映し出される極座標系の半球状の仮想物体面上の画像に変換し、該仮想物体面上の画像を、前記球形歪を補正する 3 次元直交座標系の補正面上の画像に変換し、該補正面上の画像を、平面直交座標系の表示面上に正射影法により投影して、前記出力画像を得、前記補正面は、前記表示面の横と縦の座標を x_0 , y_0 とし、前記補正面の 3 次元座標を x_1 , y_1 , z_1 とするとき、

$$x_1 = x_0$$

$$y_1 = y_0$$

10

であり、

$$f(x_1) = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x_0 \right) \right)$$

$$g(y_1) = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi W}{2 H} y_0 \right) \right)$$

20

とし、 $y_0 < 0$ のとき $g(y_1) = 1/2$ とするとき、

$$\min'(a, b) = \left((a+c)^{1/p} + (b+c)^{1/p} \right)^p - c$$

から (但し、 p 、 c は任意の数)、 $a = f(x_1)$ 、 $b = g(y_1)$ として、

$$z_1 = \min'(f(x_1), g(y_1))$$

の式で算出されることを特徴とする。ただし、 W/H は前記表示面のアスペクト比で、 W は横、 H は縦の値を示す。

【発明の効果】

30

【0031】

本発明によれば、カメラの光軸を傾けず水平にして撮像した入力画像についても、真正面と左右面の歪を少なくすることに加えて、下方の面も広い範囲で少なくとも再現した出力画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明の実施例の補正面の説明図である。

【図 2】本発明の実施例の画像データ変換装置の構成の機能ブロック図である。

【図 3】画像変換モデルの説明図である。

【図 4】図 3 のより詳細な画像変換モデルの説明図である。

40

【図 5】入力する魚眼画像を示す図である。

【図 6】図 5 の魚眼画像を入力画像として図 3 および図 4 の画像変換モデルを適用したとき得られる出力画像を示す図である。

【図 7】カメラの光軸を下向に 30 度だけ傾けて撮像した魚眼画像を示す図である。

【図 8】図 7 の魚眼画像を入力画像として図 3 および図 4 の画像変換モデルを適用したとき得られる出力画像を示す図である。

【図 9】図 5 の魚眼画像を入力画像として図 3 および図 4 の画像変換モデルの補正面を 90 度回転して適用したとき得られる出力画像を示す図である。

【図 10】図 5 の魚眼画像を入力画像として本発明の図 1 の画像変換モデルを適用したとき得られる出力画像を示す図である。

50

【図 1 1】車載のバックカメラで撮像した駐車場の魚眼画像を示す図である。

【図 1 2】図 1 1 の魚眼画像を入力画像として図 3 および図 4 の画像変換モデルを適用したとき得られる出力画像を示す図である。

【図 1 3】図 1 1 の魚眼画像を入力画像として本発明の図 1 の画像変換モデルを適用したとき得られる出力画像を示す図である。

【図 1 4】一般的な画像データ変換装置の構成の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

本発明の実施例の画像データ変換装置は、図 2 のブロック図に示す構成である。図 2 において、カメラ装置 80 は、魚眼レンズ 81 と、これを介して入力される光像を電気信号

10

【0034】

また、画像データ変換装置 90 は、カメラ装置 80 から出力されるデジタルの画像データを 1 フレーム毎に記憶するフレームメモリ部 91 と、そのフレームメモリ部 91 に記憶された画像データの位置座標を所定の画像位置に変換して読み出すための画像変換データを記憶した画像変換メモリ部 92 A と、フレームメモリ部 91 から出力される変換画像データとその近傍の複数の画像データとを加重平均して補間を行う画像補間部 93 と、同画像補間された画像データをアナログ信号に変換する D/A コンバータ 94 とを備えている

20

【0035】

まず、画像変換方法について説明する。前記の図 3、図 4 で説明した画像変換モデルの補正面 3 A を $x - y$ の面内で 90 度回転させ、真下を再現できるようにした場合を考える。このとき、図 3、図 4 において、補正面 3 A を右に 90 度回転させた場合は、右側面 3 b は上側に位置するので不要となり、左側面 3 c が下中央面となる。このときの 3 次元直交座標の z_1 成分は、

$$z_1 = \begin{cases} \frac{1}{2} & [y_0 < 0] \\ \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} \frac{4}{3} y_0 \right) \right) & [y_0 \geq 0] \end{cases} \quad (6)$$

30

となる。なお、 $x_1 = x_0$ 、 $y_1 = y_0$ である。4/3 は表示面 4 のアスペクト比である。従って、表示面 4 がワイド画面であれば、16/9 となる。

【0036】

この式(6)は、 x_0 を含んでいないので、真横の画像を再現することはできないが、横方向の直線は歪まない。 $y_0 = 0$ (下方向)の部分は、 y_0 を含んでいるため、縦方向の直線は歪んでしまうが、 $y_0 = 3/4$ において、 $z_1 = 0$ となるため、真下まで画像を再現することができる。 $y_0 < 0$ (上方向)の部分は、 $z_1 = 0$ になる点は存在しないので、真上方向まで画像を再現することはできないが、平面であるため、全ての直線は湾曲しない。アプリケーションに応じて、 $y_0 = 0$ (下方向)の部分と同様の面にすれば、真上の画像を再現することができる。図 5 に示す画像を入力画像 1 として、上記式(6)で得られる z_1 成分を式(2)に適用して変換した画像を、図 9 に示す。この図 9 の画像では、真下の画像まで再現できている。ただ、下部分にある縦方向の直線が歪んでしまう。

40

【0037】

そこで、本発明では、 z_1 の成分として、式(2)で使用した z_1 と、式(6)で使用した z_1 を組み合わせた式(7)を作成する。

$$z1 = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x0 \right) \right) & [y0 < 0] \\ \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x0 \right) \right) + \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi W}{2 H} y0 \right) \right) - \frac{1}{2} & [y0 \geq 0] \end{array} \right\} \quad (7)$$

ただ、この式(7)を式(2)に適用すれば、 x_0 と y_0 が両用とも大きくなる斜め方向において歪が大きくなる傾向がある。

【0038】

そこで、次の式(8)～(11)を設定する。

10

$$f(x1) = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} x0 \right) \right) \quad (8)$$

$$g(y1) = \frac{1}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{2} \frac{4}{3} y0 \right) \right) \quad (9)$$

$$\min'(a, b) = \left((a+c)^{1/p} + (b+c)^{1/p} \right)^p - c \quad [p=200, c=20] \quad (10)$$

$$z1 = \min'(f(x1), g(y1)) \quad (11)$$

20

【0039】

$f(x1)$ は式(5)と同じで、真横方向を見るために、 x_0 に応じた歪を形成するための式である。 $g(y1)$ は $f(x1)$ を y 方向に適用したものであるが、 $y_0 < 0$ の領域では y_0 に応じては変化しないようにする。つまり、 $y_0 < 0$ のときは $g(y1) = \frac{1}{2}$ とする。

【0040】

$\min'(a, b)$ は、 a と b のうちから小さい方を選択する \min 関数と似た働きをするものであるが、 $\min(a, b)$ は $a = b$ となる点で微分できず、滑らかでないので、それを滑らかになるようにつなげたものが $\min'(a, b)$ である。 a と b の差が大きいとき、 $\min'(a, b)$ の値は $\min(a, b)$ とほぼ同じになるが、 a と b の差が小さいときは、お互いに近づくように変化する。なお、 $a = f(x1)$ 、 $b = g(y1)$ である。

30

【0041】

\min' は、 p としたとき、最大値ノルムの逆数となり、最小値関数 \min と同等になる。しかし、この最小値関数 \min は不連続な関数となるので、 p は有限に留める。また、 $f(x1) < 0$ と、 $g(y1) < 0$ のとき、式(11)が成立しないので、 c を加える。これにより境界が鈍るので、 p を大きくする。具体的には、 $p = 200$ 、 $c = 20$ とすることで、適切な結果を得た。図1は式(11)式を適用して「 $x1$ 、 $y1$ 」から $z1$ を求め、これを式(2)に適用して得た補正面3のモデルである。

【0042】

40

本実施例ではこの補正面3を図4に示した補正面3Aに代えて使用する。この補正面3は、図4の補正面3Aと同様な中央面3a、右側面3b、左側面3cの他に、下中央面3dを備える。中央面3a、右側面3b、および左側面3cのほとんどの領域は、 $y_0 < 0$ の領域で形成され、中央面3a、右側面3b、および左側面3cの残りの領域と下中央面3dは、 $y_0 \geq 0$ の領域で形成される。

【0043】

従って、図4(但し、補正面3Aの代わりに補正面3を使用した)では、表示面4の表示座標 $P(x_0, y_0)$ を、一旦、補正面3Aの補正面座標 $H(x_1, y_1, z_1)$ に変換し、この座標を仮想物体面2の半球面の極座標 $K(r_2, \theta_2, \phi_2)$ に変換し、この座標を最終的に入力画像1の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ へ変換する。これらの変換を

50

、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の全ての画素において演算し、演算された結果を、画像変換メモリ部 92A に記憶させておく。実際には、画像変換メモリ部 92A のアドレス「 x_0, y_0 」で示される場所に「 x_3, y_3 」の値が記憶されている。

【0044】

実際、図 2 の画像データ変換装置において、カメラ装置 80 から送られてきた入力画像 1 データは、フレームメモリ部 91 に記憶される。この時、フレームメモリ部 91 は入力画像 1 の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ をアドレスとして順番に指定しながら全ての入力画像の画素データを格納する。そして、画像変換メモリ部 92A は、画像変換メモリ部 92A のアドレスとして、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ を順番に指定しながら、画像変換メモリ部 92A の読み出されたデータ（アドレス値）をフレームメモリ部 91 のアドレスとする。その結果フレームメモリ部 91 に格納された画素データは、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ の画像データとして読み出されて、画像補間部 93 に送られる。

【0045】

なお、この画像変換において、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ に対応して算出された入力画像 1 の入力画像座標 $I(x_3, y_3)$ は、通常小数を含む実数となる。この (x_3, y_3) のデータを画像変換メモリ部 92A に例えば 16 bit で記憶する場合、上位 10 bit を整数部、下位 6 bit を小数部として記憶する。そして、表示面 4 の表示座標 $P(x_0, y_0)$ 相当する画像データをフレームメモリ部 91 から読み出す時、フレームメモリ部 91 のアドレスに画像変換メモリ部 92A から出力されたデータ「 x_3, y_3 」を指定して読み出すが、この時、「 x_3, y_3 」の座標を囲む 4 画素の画素データが読み出される。即ち、「 x_3, y_3 」が「10.5, 10.5」であれば、「10, 10」、「11, 10」、「10, 11」、「11, 11」の画素データがフレームメモリ部 91 から読み出されて画像補間部 93 に送られる。画像補間部 93 に送られた 4 つ画素データは、画像変換メモリ部 92A から出力されたデータ「 x_3, y_3 」の小数部分に対応して各画素データを重み付けし、4 つの画素データを加算することで表示面 4 の画素座標 $P(x_0, y_0)$ の画素データの補間演算が行われる。例えば、「 x_3, y_3 」が上記のように「10.5, 10.5」であれば、4 画素の中心点にあるため各画素の重み付け係数を 0.25（1 の 4 等分）として掛けて、4 画素を加算する。また、「 x_3, y_3 」が「10.0, 10.0」であれば、「10.0, 10.0」の画素データの重み付け係数を 1 として、他の画素データの重み付け係数をゼロとする。

【0046】

なお、画像補間の方法はこれに限らず任意の方法でよいし、また、算出された「 x_3, y_3 」の整数部分のアドレスで示される画像データのみを用いてもよい。この場合、画像補間処理を行なわないで済むが、表示される画像の画質が劣化する可能性がある。

【0047】

画像補間部 93 で補間演算された画像データは、D/A コンバータ 94 によってアナログ信号に変換されて表示装置へ送られる。

【0048】

また、この実施例では、前述した画像変換モデルでの演算結果を記憶素子で記憶する構成となっているが、画像変換モデルでの演算を直接行って、画像変換してもよい。

【0049】

図 5 に示す画像を入力画像 1 として、上記式(11)の z_1 成分を式(2)に適用して変換した画像を、図 10 に示す。この図 10 の画像では、底片の光軸に向かう直線状の被写体と、正面片の上部分にある縦方向の直線状の被写体と、左右中央にある横方向の直線状の被写体が、ほぼ直線状であり、さらに水平方向に対して下向きに、80 度以上の画角の範囲を有する。すなわち、入力画像の真正面と左右面の歪を少なくし、さらに真下の面も広い範囲で歪を少なく再現した出力画像が得られている。

【0050】

以上により、本実施例では、この画像データ変換装置を車載用のバックカメラに適用したとき、その入力画像を図 11 に示す画像とすると、図 13 に示すように、車輛の真下

10

20

30

40

50

の画面、つまり駐車場の駐車線までが車輛のバンパとともに映し出されており、図 3 および図 4 で説明した画像データ変換装置で得られた図 1 2 に示した画像に比べて、駐車判断に好適となる。

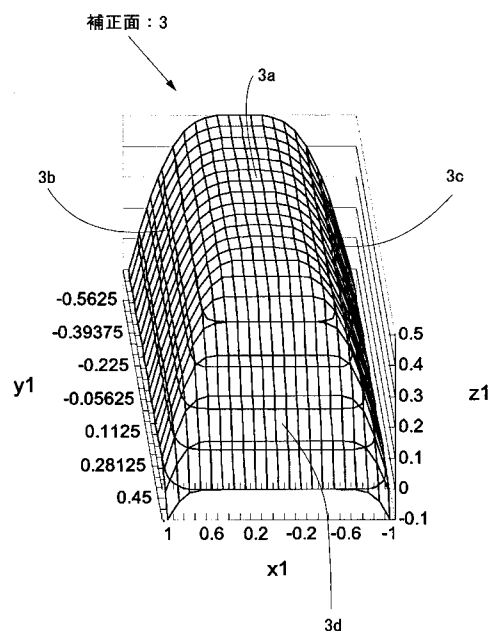
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

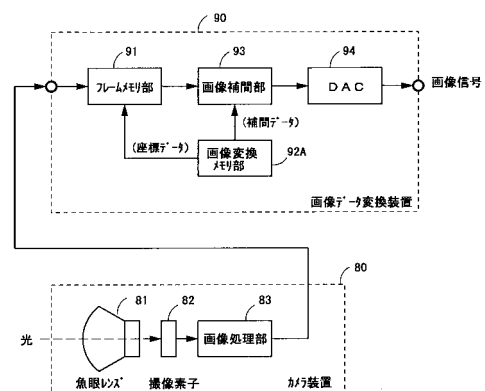
- 1 : 入力画像 (魚眼画像)
- 2 : 仮想物体面
- 3, 3 A : 補正面、3 a : 中央面、3 b : 右側面、3 c : 左側面、3 d : 下中央面
- 4 : 表示面
- 5 : 光軸
- 6 : 撮像面
- 9 1 : フレームメモリ部
- 9 2 : 画像変換部
- 9 2 A : 画像変換メモリ部
- 9 3 : 画像補間部
- 9 4 : D / A コンバータ

10

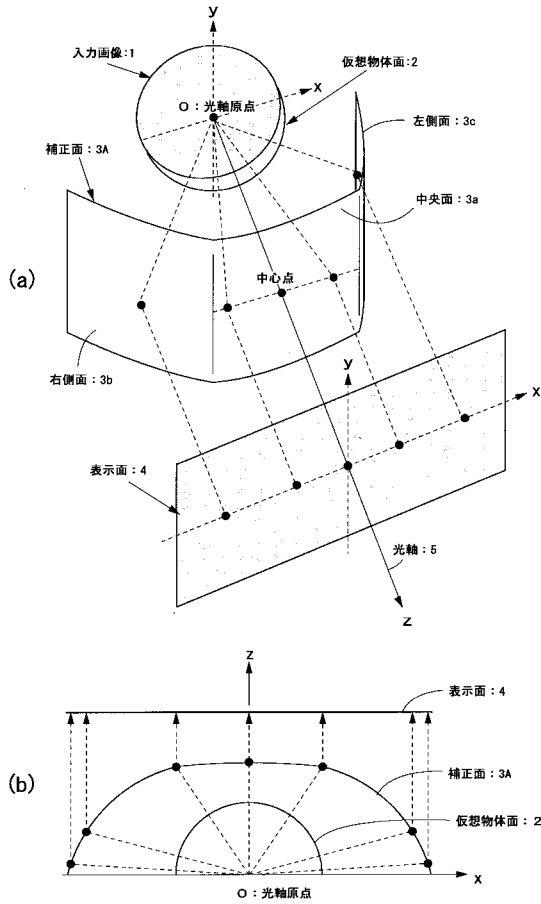
【図 1】



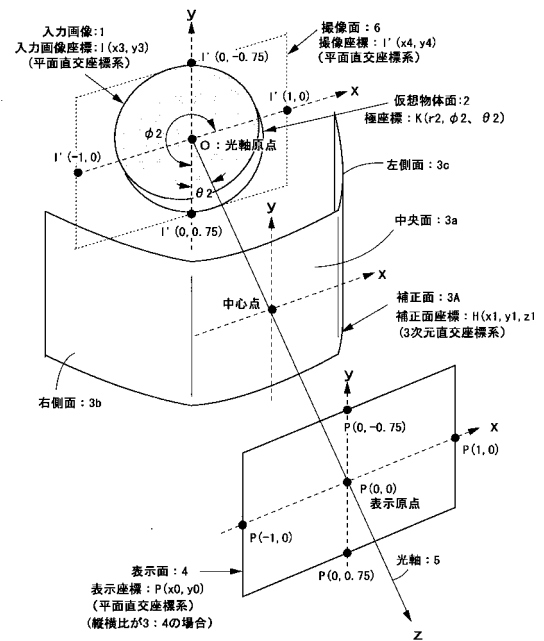
【図 2】



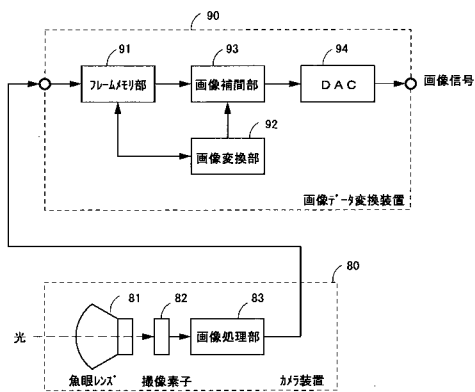
【図 3】



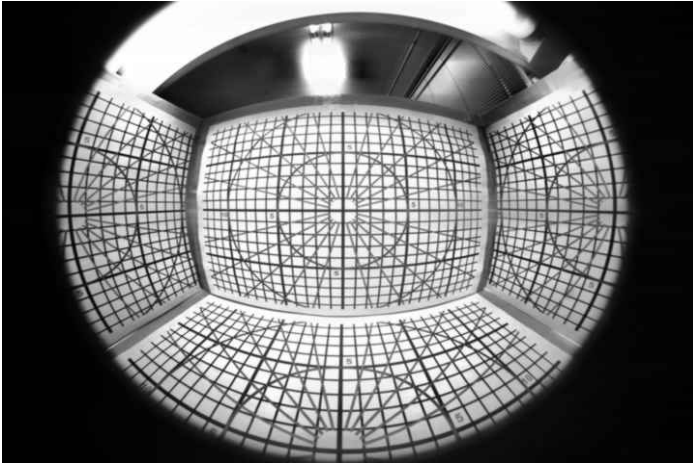
【図 4】



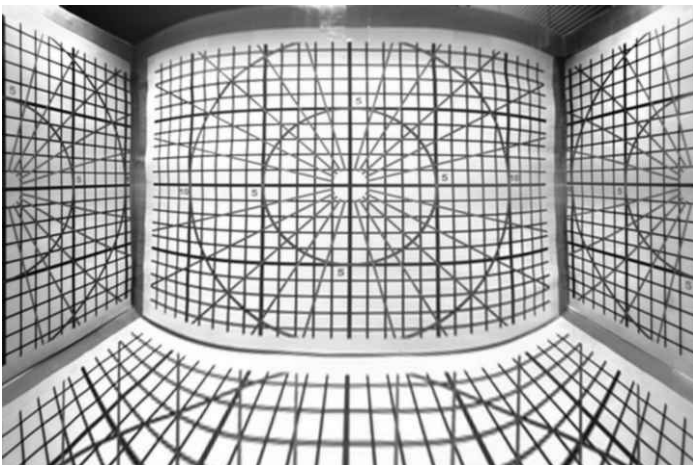
【図 14】



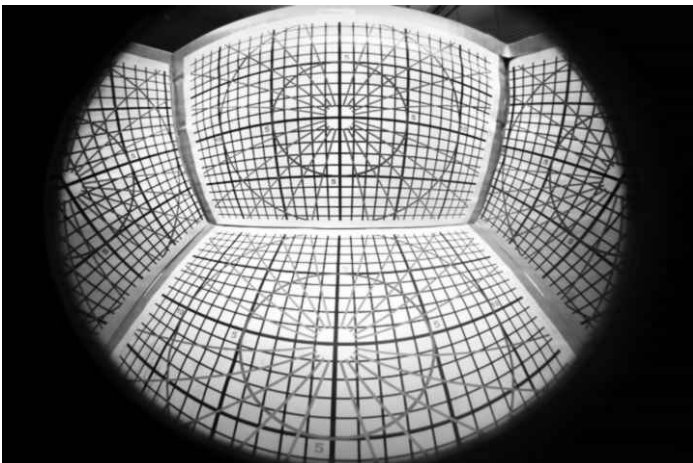
【図 5】



【図 6】



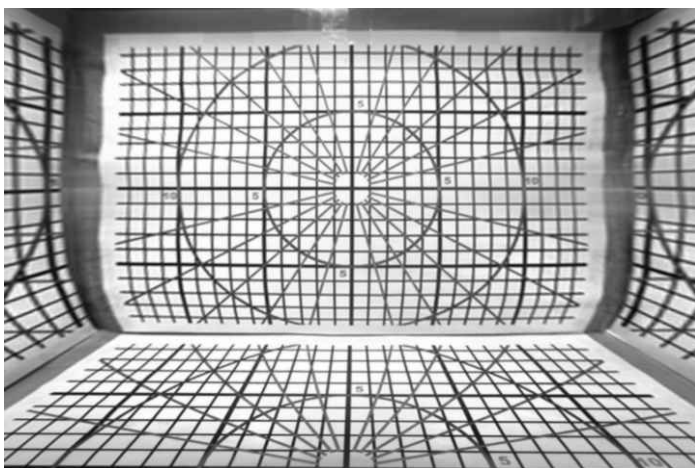
【図 7】



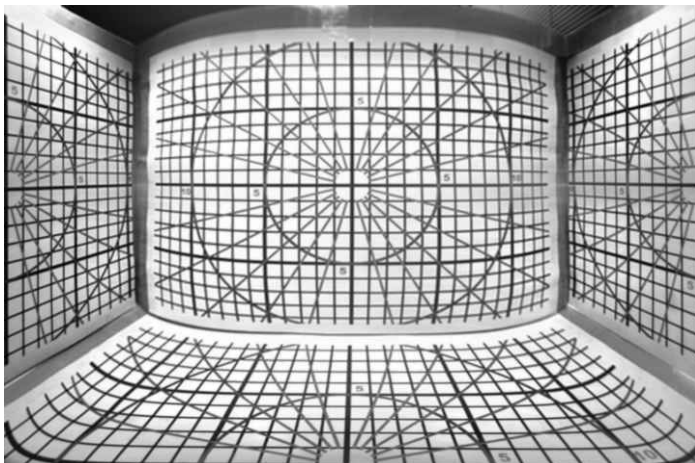
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-311890(JP,A)
特開2000-242773(JP,A)
特開2008-301052(JP,A)
特開2005-293038(JP,A)
特開2002-152719(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222~257
G06T 3/00