

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-242773

(P2000-242773A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

デマコト*(参考)

G 0 6 T 3/00

C 0 6 F 15/66

3 6 0

5 B 0 5 7

// H 0 4 N 5/225

H 0 4 N 5/225

C 5 C 0 2 2

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-41002

(22) 出願日 平成11年2月19日(1999.2.19)

(71) 出願人 594066648

有限会社フィット

長野県諏訪郡下諏訪町6750

(71) 出願人 596010382

株式会社リオスコーポレーション

岡山県岡山市豊成2-7-16

(71) 出願人 593076194

株式会社アドバネット

岡山県岡山市野田3丁目20番8号

(74) 代理人 10010/917

弁理士 笠原 英俊

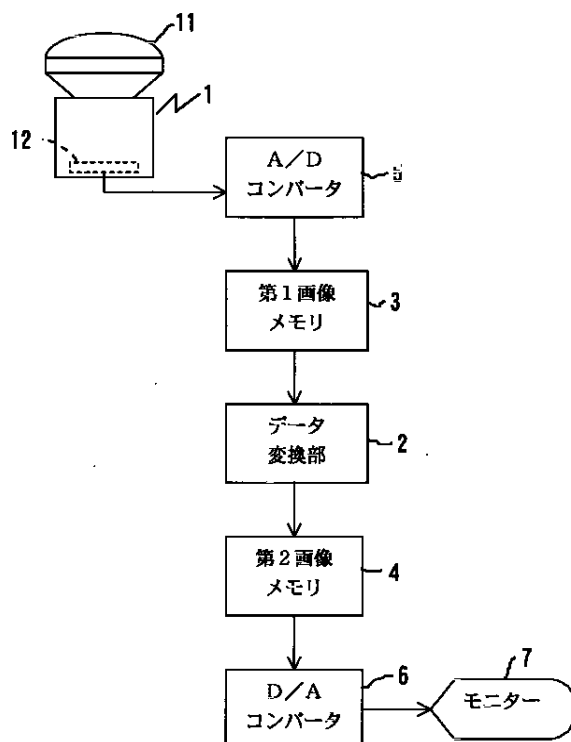
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ変換装置

(57) 【要約】

【課題】 魚眼レンズにより得られた全周囲の撮影データを、歪みを修正しつつ、一つの画像としてつなぎ目なく表示できるように変換する。

【解決手段】 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分の領域に対して、前記円形画像の中心を原点とする平面直交座標系における前記領域上の点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ (θ は $0 < \theta < \pi/2$ を満たすパラメータ、 $g(\theta)$ は $g(0) = 0$ を満たし、前記 θ の範囲で単調増加する関数、 ψ は前記平面直交座標系の原点と前記円形画像上の点とを結んだ線分が前記平面直交座標系における一座標軸となす角) を R を定数とする円柱座標系上の点 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ へ変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】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分の領域に対して、

前記円形画像の中心を原点とする平面直交座標系における前記領域上の点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ (θ は $0 < \theta < \pi/2$ を満たすパラメータ、 $g(\theta)$ は $g(0) = 0$ を満たし、前記 θ の範囲で単調増加する関数、 ψ は前記平面直交座標系の原点と前記円形画像上の点とを結んだ線分が前記平面直交座標系における一座座標軸となす角) を R を定数とする円柱座標系上の点 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ へ変換する画像データ変換装置。

【請求項2】前記魚眼レンズが $h = g(\theta)$ (h は像高、 θ は画角) の特性を有するものである請求項1に記載の画像データ変換装置。

【請求項3】前記関数 $g(\theta)$ が $g(\theta) = 2f \cdot \tan(\theta/2)$ (f は焦点距離) である請求項2に記載の画像データ変換装置。

【請求項4】前記関数 $g(\theta)$ が $g(\theta) = f \cdot \theta$ (f は焦点距離) である請求項2に記載の画像データ変換装置。

【請求項5】コンピュータに請求項1から4のいずれかに記載の画像データ変換装置としての動作を実行させるプログラムを記録した前記コンピュータに読み取り可能な記録媒体。

【請求項6】前記魚眼レンズと、
前記魚眼レンズより得られる像を前記画像データへ変換する変換手段と、
請求項1から4のいずれかに記載の画像データ変換装置と、
この画像データ変換装置により変換された前記円柱座標面上の画像データを平面に展開して表示する表示手段とより構成される撮像システム。

【請求項7】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分の領域に対して、
前記円形画像の中心を原点とする平面直交座標系における前記領域上の点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ (θ は $0 < \theta < \pi/2$ を満たすパラメータ、 $g(\theta)$ は $g(0) = 0$ を満たし、前記 θ の範囲で単調増加する関数、 ψ は前記平面直交座標系の原点と前記円形画像上の点とを結んだ線分が前記平面直交座標系における一座座標軸となす角) を R を定数とする円柱座標系上の点 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ へ変換する画像データ変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データ変換装置に関し、詳しくは、魚眼レンズによる撮影により得られる円形の画像データを、歪みを修正しつつ広範囲に渡る表示を行えるような平面画像データへと変換する装置

に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、店舗内の監視カメラや交通管制用のカメラ等では、周囲の状況を監視するために、前方の限られた視野を持つカメラをモータ等の駆動装置で回転させることが一般的に行われている。しかし、このような視野の限られたカメラを回転させるようにすると、回転駆動部が必要になるので装置が複雑となり、また、特定の対象を捕らえようとする際にカメラを回転させる必要があり、対象が動いているようなときは回転速度の制約から対象を捕らえることができないようなことも生じる。また、同時に複数の方向を撮影することができず、常に監視範囲に関して死角が生じるので、監視等の機能としては十分とは言えない。

【0003】このような問題を解決する技術として、特公表平6-501585号公報に、魚眼レンズにより前方の全方位を撮影して得られる円形の画像データを、平面画像に変換するものが提示されている。この技術を以下に簡単に説明する。魚眼レンズにより得られる円形の画像データは全方位の像を含むことができるが外周へ行くほど像が歪む。この歪みは円形画像データを半球面上に変換するとはほぼ解消することができるが、半球面に変換した画像データでは平面的なモニターに表示することができない。そこで、上記技術ではさらに半球面に変換された画像データの一部を平面に投影することで平面に変換して表示を可能としている。このような方法を用いることにより、回転駆動機構が不要となって装置を簡易化でき、表示する方向の切り替えもデータ処理時間の制約だけとなるので格段に速く行うことができる。

【0004】

【発明の解決しようとする課題】しかし、このように魚眼レンズで撮影した円形画像データを直接平面画像データに変換するようにしても、歪みを十分に修正したまま半球面のすべてを一つの平面に投影することはできないので、得られる画像は特定の方向に関するものだけとなる。従って、魚眼レンズにより全周囲の撮影をしているにもかかわらず表示画面においては死角が生じることとなる。また、死角をなくす方法として同時に複数の方向に関して平面画像への変換を行いこれらを同時に表示することが考えられるが、この場合は画像同時のつなぎ目が連続にならず、また、複数の異なる画像変換を行う必要が生じる。

【0005】本発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、魚眼レンズにより得られた全周囲の撮影データを、歪みを修正しつつ、一つの画像としてつなぎ目なく表示できるように変換することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る画像データ変換装置は、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分の領域に対して、前記円形画像の中心を原点とする平面直交座標系における前記領域上の点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ (θ は $0 < \theta < \pi/2$ を満たすパラメータ、 $g(\theta)$ は $g(0)=0$ を満たし、前記 θ の範囲で単調増加する関数、 ψ は前記平面直交座標系の原点と前記円形画像上の点とを結んだ線分が前記平面直交座標系における一座標軸となす角) を R を定数とする円柱座標系上の点 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ へ変換する。なお、本発明にいう魚眼レンズには、視野角が略180度を有する一般的に魚眼レンズと呼ばれるもののみならず、それよりも小さな視野角を有する一般的に広角レンズと呼ばれるものも含まれる。

【0007】なお、変換は結果として上記関係を満たす変換が行われれば足り変換の過程を問題としない。即ち、上記式を直接用いる必要は必ずしもなく、変換元の画素と変換先の画素の対応を示すテーブルを用いて変換するような場合も含まれる。また、前記平面直交座標系および円柱座標系は互いに独立であり、座標の方向は任意に定めることができる。また、 R を定数とする円柱座標系は円筒面となるが、ここでは、これを展開して平面として上記のような変換を行う場合も含まれる。

【0008】このようにすると、まず、 ψ を固定して点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ が上記円形画像データの一部分の領域に入る範囲で θ を小さい値から大きい値へと増加させていくと、円形画像データにおける中心から半径方向へ向かう線分が、 R を定数とする円柱座標系即ち半径 R の円筒面において上方から下方に向かう線分として変換される。このような変換がさらに ψ について上記点が前記円形画像データの一部分の領域に入るように最大360度の範囲で行われるので、魚眼レンズが撮影した魚眼レンズを中心とする全周囲の画像情報を含む円形画像データの一部が、歪みを補正される形でなめらかに円筒面へ変換されることとなる。円筒面に変換された画像は円筒面を展開することにより容易に平面画像にできるので、魚眼レンズにより得られた全周囲の撮影データを歪みを修正しつつ一画像としてつなぎ目なく表示できる。

【0009】また、前記魚眼レンズを $h = g(\theta)$ (h は像高、 θ は画角) の特性を有するものとする、 θ の増加にともなう上記 $g(\theta)$ の増加量は、像高 h の増加量と同じとなる。従って、即ち θ を変化させることは画角 θ を変化させることに他ならない。このようにした場合、円形画像を歪みのない仮想的な半球面へと変換し、さらに、中心軸がこの半球面の中心軸と一致するように配置した前記円筒面に対して半球面の中心点から半径方向へ向かう投射光により、変換した半球面画像を投射した画像が得られるようになる。従って、魚眼レンズの側方の全周に渡る撮影領域、即ち円形画像の外周側の画像に関しては、ほぼ歪みのない画像へ変換されることにな

る。

【0010】また、前記魚眼レンズの特性を示す関数 $g(\theta)$ を $g(\theta) = 2f \cdot \tan(\theta/2)$ (f は焦点距離) とすると、円形画像データの外周側の画像のデータ量が多くなるので、魚眼レンズの側方の全周に渡る撮影領域の円筒面への変換時における再現性を向上させることができる。

【0011】さらに、前記前記魚眼レンズの特性を示す関数 $g(\theta)$ を $g(\theta) = f \cdot \theta$ (f は焦点距離) とすると、この特性は最も一般的に使用される魚眼レンズの特性であるので、量産された安価な魚眼レンズを使用することができ装置のコストダウンを図ることが可能となる。

【0012】上記の画像データ変換装置は、コンピュータに上記画像データ変換装置としての動作を実行させるプログラムを組み込むことでも実現することができ、このプログラムは前記コンピュータに読み取り可能な記録媒体に記録することができる。

【0013】さらに、上記課題を解決するために、本発明に係る撮像システムは、前記魚眼レンズと、前記魚眼レンズより得られる像を前記画像データへ変換する変換手段と、請求項1から4のいずれかに記載の画像データ変換装置と、この画像データ変換装置により変換された前記円柱座標面上の画像データを、当該円柱座標面を展開して平面として表示する表示手段とより構成される。

【0014】このような構成により、この撮像システムは前述のように画像データ変換装置により歪みを修正されてつなぎ目無く変換された円筒面上の画像を展開して平面として表示するので、一画面で魚眼レンズが撮影した周囲の様子をすべて示すことが可能となる。なお、展開した平面には、展開した平面を適当に加工する場合も含み、例えば、展開した平面を所定位置で切断して、各切断部分を適宜配列して表示するような場合も含む。

【0015】また、上記課題を解決するために、本発明に係る画像データ変換方法は、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分の領域に対して、前記円形画像の中心を原点とする平面直交座標系における前記領域上の点 $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ (θ は $0 < \theta < \pi/2$ を満たすパラメータ、 $g(\theta)$ は $g(0)=0$ を満たし、前記 θ の範囲で単調増加する関数、 ψ は前記平面直交座標系の原点と前記円形画像上の点とを結んだ線分が前記平面直交座標系における一座標軸となす角) を R を定数とする円柱座標系上の点 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ へ変換するものである。この画像データ変換方法もやはり、魚眼レンズが撮影した魚眼レンズを中心とする全周囲の画像情報を含む円形画像データの一部が、歪みを補正される形でなめらかに円筒面へ変換されるので、魚眼レンズにより得られた全周囲の撮影データを歪みを修正しつつ、つなぎ目なく表示するようにできる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1に本発明の実施の形態に係る撮像システムの構成を示すブロック図を示す。この撮像システムは、カメラ部1、データ変換部2、第1画像メモリ3、第2画像メモリ4、A/Dコンバータ

$$h = 2f \cdot \tan(\theta/2)$$

の特性を有するものを用いることとする。このような特性のレンズを用いると画角 θ の増加に対する像高 h の増加量が、一般的な $h = f \cdot \theta$ のレンズに比べて大きくなるので画角 θ の大きな範囲つまり魚眼レンズで得られる円形画像の周辺部での情報量を多くすることができる。このような特性を有する魚眼レンズ11により得られる円形画像はCCD12により各画素のRGBごとに電気信号に変換されてA/Dコンバータ5へと出力される。ここではCCDとして例えば、1280×1024画素のものを用いるものとする。

【0018】A/Dコンバータ5はCCD12から送られるアナログ信号をデジタル信号へと変換して第1画像メモリ3へと出力する。第1画像メモリ3はRAMにより構成され、送られた円形画像を表すデジタル信号に基づき各画素ごとのRGB値を記録する。データ変換部2は本発明に係る画像データ変換装置に相当し、後述のような演算を行う演算回路により構成される。データ変換部2は第1画像メモリ3に記録された円形の画像データを後に詳述するような変換により円筒の画像データへと変換して第2画像メモリ4へと出力する。

【0019】第2画像メモリ4はやはりRAMにより構成され、出力された画像データの画素ごとのRGB値を後述するような円筒面を展開した平面として記録する。また、円筒面を展開した画像は横方向に長いので、後述するような表示データが得られるように第2画像メモリ4は画像データ記録する際に展開した画像を半分に分けて上下に所定間隔を置いた画像となるように記録する。D/Aコンバータ6は第2画像メモリ4に記録されたデジタル値の画像データを読み出しアナログ信号へと変換して、画像信号としてモニター7の走査線順に送出する。モニター7はD/Aコンバータ6より送られる画像信号に基づき第2画像メモリ4に記録されている画像を表示する。

【0020】なお、本撮像システムはカメラ部1を除いた部分は一般的なコンピュータに上記機能および下記動作を実現させるようなプログラムを組み込むことによって実現可能であり、プログラムはこのコンピュータにより読み取り可能なフロッピーディスクのような記録媒体に記録が可能である。また、このプログラムはインターネット等の通信手段からも当該コンピュータに組み込むことができる。

【0021】ここで、データ変換部2の変換方法について詳述する。データ変換部2は円形面上の画像データを

5、D/Aコンバータ6、モニター7より構成される。

【0017】カメラ部1はレンズとして魚眼レンズ11を用いてあり、少なくともレンズの光軸方向に対して画角90度以上での撮影が可能である。ここでは、魚眼レンズとして、

①

円筒面上へと変換する。円形面上の点と円筒上の点との対応関係を図2および図3を用いて説明する。図2は魚眼レンズ11により撮影される全周面を仮想的に想定した半球面O上の任意の点P0と変換する面である円筒面Cの点P2との関係を示す図である。図2では、半球面Oはxyz座標系において、底円（半球面の縁を構成する円）が原点を中心としてxy平面上に位置している。z軸は魚眼レンズ11の光軸方向と一致する。また、円筒面Cはz軸を中心軸とする半径Rの円筒である。即ち、円筒面CはRを定数とするrψz円柱座標系における曲面として表すことができる。また、ここでは、円筒面C上の点をrψz円柱座標系上の点として(R, ψ, z)で表す。但し、ψは、xy平面に降ろした垂線とxy平面との交点と原点とでできる線分がx軸となす角である。そして、原点から半球面O上の任意の点P0を結ぶ線分を延長した直線が円筒面Cと交わる点がP2となる。なお、原点から点P0とを結ぶ線分とz軸とのなす角が点P0に関する画角θとなる。

【0022】図3は上述の撮影される全周面を仮想的に想定した半球面O上の任意の点P0が、魚眼レンズ11より映される撮影面F上の点P1の位置を示している。図3において撮影面F上の円形領域が魚眼レンズ11を通して光りが照射されるCCD12上の領域であり、この部分が変換される画像データが表示される円形面Sを形成する。図3では、XY座標系において原点をこの円形面Sの中心にとっている。なお、X軸およびY軸の方向は図2のxyz座標系のx軸およびy軸の方向と逆になるようにしてある。これは、カメラ部1で撮影した画像は上下左右が反転するので、P0も上下左右が反転した位置に映ることになるため、これに対応させるためである。もっとも、円筒面は任意であるので、実際の変換においては座標の取り方も自由である。そして、P1の位置は、原点から像高hの距離でかつ原点とP1を結んだ線分とX軸とがなす角がψとなる位置となる。hは上記①式により表され、画角θにより定まる。

【0023】データ変換部2は図3に示すP1を図2に示すP2へと変換するものである。以下に、具体的な計算について説明する。まず、パラメータをθ、ψとする場合を考える。この場合XY平面上におけるP1の座標は($h \cdot \cos \psi$, $h \cdot \sin \psi$)であり、上記式①よりhを消去すると($2f \cdot \tan(\theta/2) \cdot \cos \psi$, $2f \cdot \tan(\theta/2) \cdot \sin \psi$)と表される。一方、P2の座標はRは定数であり、zは図2よりz =

$R/\tan \theta$ の関係があるので、 $(R, \psi, R/\tan \theta)$ と表される。従って、パラメータ θ, ψ を動かして、XY平面上における円形画像上のP1を特定でき、これに対する $r\psi z$ 円柱座標系上の点、即ち円筒面C上の点も特定できるので、上記P1、P2を示す式に従って画像データを変換することができる。但し、 $\theta=0$ の場合はP2の z 座標が無限大となってしまうので、現実には θ の値はある値以上のものを使用することになる。本実施の形態では θ として $\pi/4 \leq \theta < \pi/2$ の範囲を使用している。

【0024】ところで、実際の変換においてはパラメータとして、撮影されたCCD12上の各画素位置もしくは変換される円筒面C上の変換後の各画素位置を直接表すものを用いる方が計算が容易である。そこで、円筒面C上の変換後の各画素位置を直接表すパラメータとして z と ψ を用いることを考える。この場合円筒面C上の点P2をパラメータ z, ψ で表すと、 (R, ψ, z) となる。変換される円筒面Cは展開されてモニター7に表示

$$h = 2f \cdot \tan(\theta/2) = 2f \cdot \{\sin \theta / (1 + \cos \theta)\} \quad \Phi'$$

となる。図2より $\sin \theta = R / (R^2 + z^2)^{1/2}$ 、 $\cos \theta = z / (R^2 + z^2)^{1/2}$ であるので、これらを Φ' 式に代入して整理すると、 $h = 2f \cdot R / \{(R^2 + z^2)^{1/2} + z\}$ となるので、結果としてP1は、 $(2f \cdot R \cdot \cos \psi / \{(R^2 + z^2)^{1/2} + z\}, 2f \cdot R \cdot \sin \psi / \{(R^2 + z^2)^{1/2} + z\})$ となる。従って、上述のように z を d ずつ、 ψ を d/R ずつ変化させて、この式より円筒面C上の各画素位置に変換される円形面S上の画素位置を求めることができる。この場合、計算で得られる画素位置と実際のCCD12が撮影した画素位置とは完全には合致しないので、最も近い画素を抽出するようにする。具体的には、例えば得られたX座標値およびY座標値をCCD12の画素ピッチ ds で割り、その値を例えば小数点以下を切り捨てることで得られる整数値を画素の番号として抽出することができる。なお、この場合、CCD12の各画素は、XY座標における原点を $(0, 0)$ としてXY座標の各象限に応じてそれぞれ正負が定まるものとする。

【0026】以上のような方法を用いてデータ変換部2は、変換後の円筒面C上の各画素に対応する円形面S画素位置を算出して、その画素位置における画素データを各円筒面C上の画素データとして変換していく。この結果図4に示すように円形面S上の画素データは円筒面C上の各画素データとして変換されていくことになる。なお、円形画像の各画素が円筒面のどの画素位置へ変換されるかは一義的に決まるので、演算を行わずにデータ変換部2に円形画像の画素と円筒面上の画素位置との対応を示すテーブルを設けておき、これに基づいてデータ変換を行うようにすることもできる。

【0027】続いて、以上のような構成を有する撮像シ

されることになり、各画素は縦方向および横方向に画素ピッチ d の等間隔で並ぶことになる。図4に展開した円筒面Cと円形面Sとの関係を表す図を示す。円筒面Cの縦方向はパラメータ z と一致するので、パラメータ z に関しては画素ピッチ d ずつ変化させれば円筒面Cの縦方向の画素位置に合致する。展開した円筒面の横方向の ψ の変化量にともなう変化量は $R \cdot \psi$ と表すことができるので、円筒面Cの画素ピッチ d に対応するパラメータ ψ の変化量を $\Delta \psi$ とすると、 $\Delta \psi = d/R$ と表すことができる。従って、パラメータ ψ に関しては d/R ずつ変化させると円筒面Cの横方向の画素位置に合致することになる。なお、図において円形面Sのハッチングされている範囲は、 $\pi/4 \leq \theta < \pi/2$ に対応する円形面Sの範囲であり、円筒面Cに変換される範囲を示している。

【0025】一方、円形画像上の点P1をパラメータ z, ψ で表すことを考える。まず、上記 Φ 式を三角関数の倍角の公式を用いて変形すると、

ステムの動作について説明する。なお、カメラ部1は、室内において天井中央から下方に向けて取り付けられているものとする。また、変換する円筒面の z の範囲を $0 < z \leq R$ とする。言い換えると、 θ の範囲を $\pi/2 > \theta \geq \pi/4$ に設定するものとする。図5に撮像システムの動作を表すフローチャートを示す。まず、室内の全景がカメラ部1により魚眼レンズ11を通して円形画像として映される。この円形画像はCCD12により電気信号に変換され、さらに、A/Dコンバータ5により画素ごとにデジタル値に変換される。そして、これらのデータは第1画像メモリ3に記録される(s101)。また、パラメータ ψ, z の初期値としてそれぞれ0を入れておく(s102)。

【0028】次に、データ変換部2によりパラメータ ψ を d/R ずつ $i=1 \sim n$ ($n=2\pi R/d$)まで増加させ、また、パラメータ z_j を d ずつ $j=1 \sim m$ ($m=R/d$)まで増加させる。そして、それぞれの値ごとに、

$$X_i = [2f \cdot R \cdot \cos \psi_i / \{(R^2 + z_j^2)^{1/2} + z_j\}] \cdot ds$$

$$Y_j = [2f \cdot R \cdot \sin \psi_i / \{(R^2 + z_j^2)^{1/2} + z_j\}] \cdot ds$$

が計算され、この結果に基づき第1画像メモリ3に記録されている (X_i, Y_j) 番目の画素データが抽出され、円筒面における (i, j) 番目の画素の画素データとして第2画像メモリ4へと記録される(s103~s108)。なお、第2画像メモリ4では、図6に示すような画像がモニター7に映し出されるように、円筒面上の画素 (i, j) の $i=1 \sim n/2, j=1 \sim m$ の部分と、 $i=(n/2)+1 \sim n, j=1 \sim m$ の部分とは2分され、後者は前者の下方に所定間隔を置いたところへ

位置するように配置された画像となるように記録される。なお、図6に示されている角度を示すテキストデータは予め第2画像メモリ4に記録されている。

【0029】第2画像メモリ4に記録された画像データはD/Aコンバータ6によって画像信号としてモニター7へ出力され(s109)、モニター7により表示される(s110)。上述のように画像データは2分されて上下に配置されるように形成されているので、図6に示す画面が表示されることになる。このように本実施の形態に係る撮像システムでは魚眼レンズで撮影した周囲360度の映像をすべてつなぎ目無く表示することができ、レンズ周囲の状況を死角無く完全に監視することができる。

【0030】ところで、上記実施の形態では、上記式①で表される特性を持つ魚眼レンズを用いたが、魚眼レンズの特性は式②で表されるものでなくてもよい。つまり、魚眼レンズの特性を $h = g(\theta)$ として一般化するとP2は上記のままで、P1は $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ と表すことができるので、パラメータを θ 、 ψ とする場合は、これを用いれば足りる。さらに、上記のようにパラメータを z 、 ψ とする場合は、図2より $\theta = \tan^{-1}(R/z)$ と表すことができるので、P2は上記のままでP1は $(G(\tan^{-1}(R/z)) \cdot \cos \psi, G(\tan^{-1}(R/z)) \cdot \sin \psi)$ と表すことができるので、上記と同様に z 、 ψ の値を変えながら対応するP2、P1の画素位置を求めることが可能である。

【0031】例えば、魚眼レンズとして一般的によく用いられる $h = f \cdot \theta$ の特性をもつものを使用する場合は、パラメータを θ 、 ψ とすると、P1は $(f \cdot \theta \cdot \cos \psi, f \cdot \theta \cdot \sin \psi)$ となり、パラメータを z 、 ψ とすると、P1は $(f \cdot G(\tan^{-1}(R/z)) \cdot \cos \psi, f \cdot G(\tan^{-1}(R/z)) \cdot \sin \psi)$ として上記と同様な変換を行えば足りる。なお、 $\tan^{-1}(R/z)$ は公知の回帰計算により求めることができる。

【0032】さらに、上記実施の形態において魚眼レンズ11として $h = f \cdot \theta$ の特性をもつ魚眼レンズに置き換え、他の構成部分はそのままのものを用いることも可能である。これは、上記式①の特性をもつ魚眼レンズで得られる円形画像と $h = f \cdot \theta$ の特性をもつ魚眼レンズ円形画像とでは、半径方向の像の伸縮率が異なるが画素同士の隣接関係は変わらないので、得られる画像は z 方向に多少の伸縮の違いがでるだけで監視用の画像としての役割を果たすことはできるからである。

【0033】このことをさらに一般化すると、 $0 < \theta <$

$\pi/2$ の範囲で単調増加関数となる $g(\theta)$ を用いて、P1を $(g(\theta) \cdot \cos \psi, g(\theta) \cdot \sin \psi)$ とすれば、種々の魚眼レンズに対して、 z 方向に伸縮率が異なるだけの画像が表示されることになる。そして、関数 $g(\theta)$ として、使用する魚眼レンズの特性に応じて最も z 方向の歪みが少なくなるようなものを用いることで、より監視用の画像として見やすいものを得ることも可能となる。

【0034】それから、上記実施の形態における撮像システムは魚眼レンズ11が撮影した周囲360度すべての画像を変換して表示するようにしたが、例えば、カメラ部1を天井の壁際に設置したような場合は壁方向を除いた180度部分を変換して表示すれば足り、カメラ部1をコーナー部分に設置したような場合はコーナーを挟む壁方向を除いた90度部分を変換して表示すれば足りる。このように、状況に応じて、変換する範囲は任意に決めることができる。

【0035】また、上記実施の形態における撮像システムでは、 $0 \leq \theta < \pi/4$ の範囲は表示されていないが、この範囲はもとの円形画像における歪みが少ないので、モニター7に円形画像のまま変換せずに上記円筒面Cの画像と合わせて表示するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態に係る撮像システムの構成を示すブロック図である。

【図2】魚眼レンズにより撮影された全周面を仮想的に想定した半球面上の点と変換する円筒面上の点との関係を示す図である。

【図3】魚眼レンズにより撮影された全周面を仮想的に想定した半球面上の点に対応する撮影面上の点を示す図である。

【図4】展開した円筒面を示す図である。

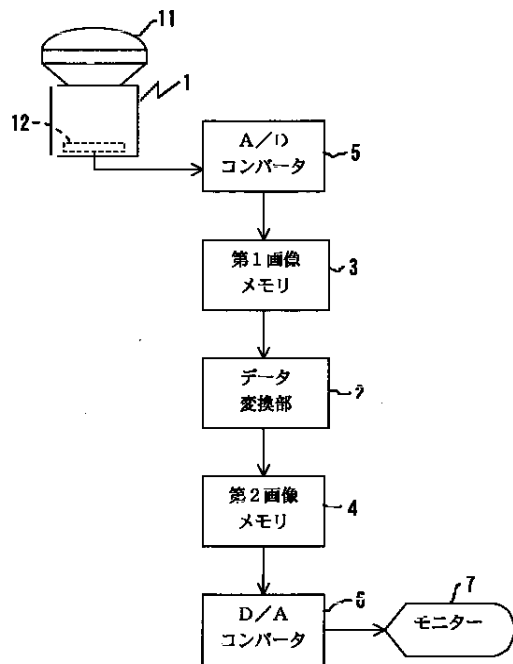
【図5】撮像システムの動作を示すフローチャートである。

【図6】モニターによる表示画面を示す図である。

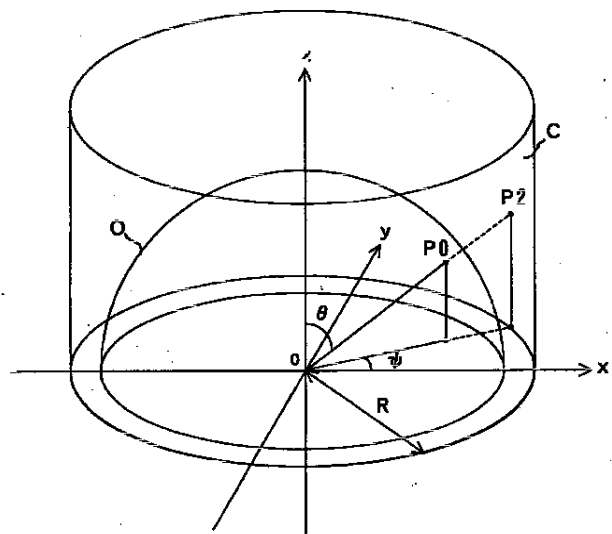
【符号の説明】

- 1 カメラ部
- 2 データ変換部
- 3 第1画像メモリ
- 4 第2画像メモリ
- 5 A/Dコンバータ
- 6 D/Aコンバータ
- 7 モニター
- 11 魚眼レンズ
- 12 CCD

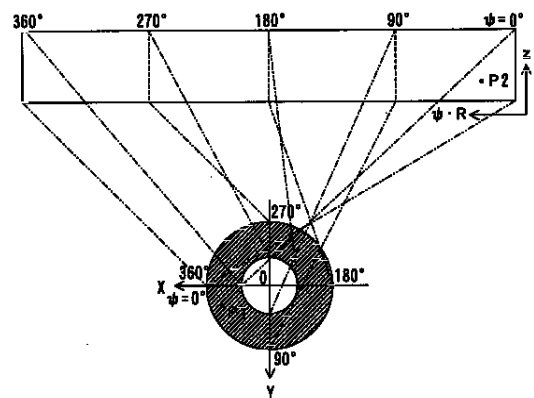
【図1】



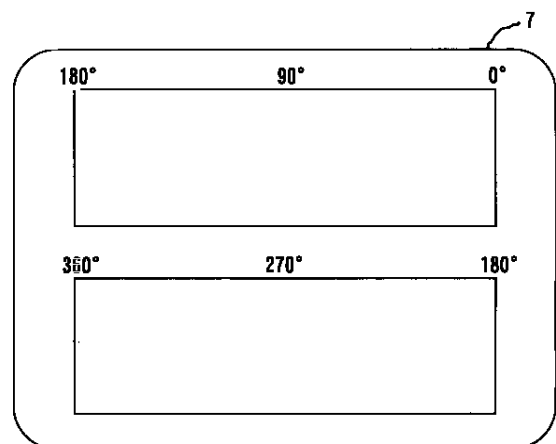
【図2】



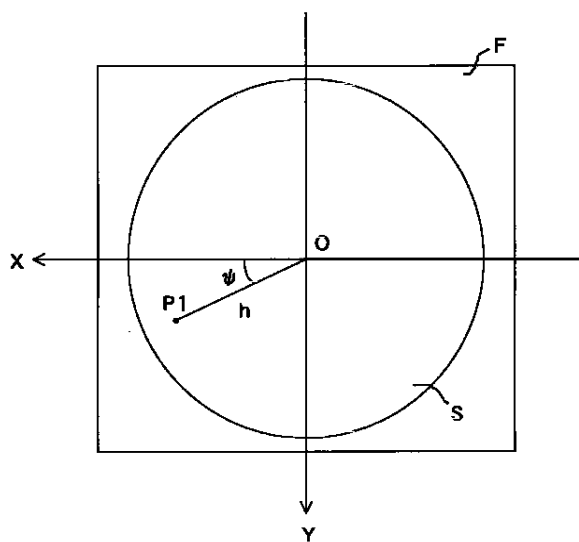
【図4】



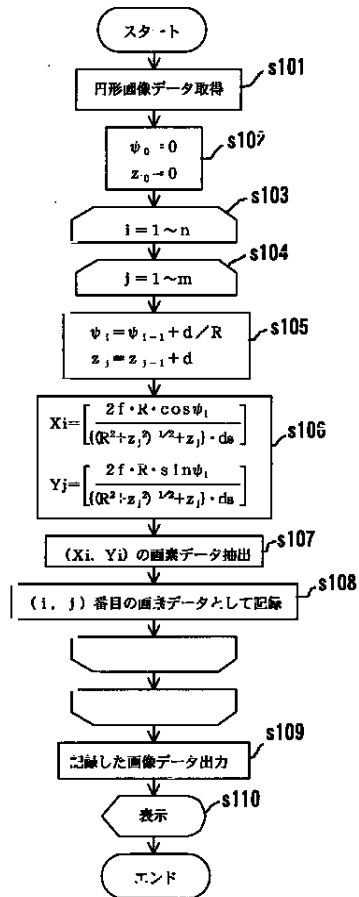
【図6】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 松井 哲司
岡山県岡山市野田3-20-8 株式会社ア
ドバネット内

(72)発明者 塩田 史典
岡山県岡山市野田3-20-8 株式会社ア
ドバネット内

Fターム(参考) 5B057 BA02 BA11 CC02 CD16 CE10
CH01 CH11 DA16
5C022 AA05 AB68