

(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2008-233081

(P2008-233081A)

(43) 公開日 平成20年10月2日(2008.10.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO1B 11/00 (2006.01)</b>	GO1B 11/00 H	2F065
<b>GO6T 1/00 (2006.01)</b>	GO6T 1/00 315	5B057
<b>HO4N 5/225 (2006.01)</b>	HO4N 5/225 Z	5C061
<b>HO4N 13/02 (2006.01)</b>	HO4N 13/02	5C122

審査請求 有 請求項の数 40 O L (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2008-65232 (P2008-65232)  
 (22) 出願日 平成20年3月14日 (2008. 3. 14)  
 (31) 優先権主張番号 096108692  
 (32) 優先日 平成19年3月14日 (2007. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 500404959  
 林明彦  
 台湾台北市松山路204巷9號9樓  
 (74) 代理人 100107962  
 弁理士 入交 孝雄  
 (72) 発明者 林 明彦  
 台湾 台北市松山路204巷19号9F  
 Fターム(参考) 2F065 AA04 AA20 AA31 BB15 BB29  
 DD06 FF05 GG09 JJ03 JJ05  
 PP05 QQ25  
 5B057 BA02 BA19 CA08 CA13 CA16  
 CB18 CC03 CD14 CH20 DA07  
 DB02 DB09 DC02 DC32 DC36  
 5C061 AB04 AB06 AB08  
 5C122 EA67 FA04 FH04 HA88 HB10

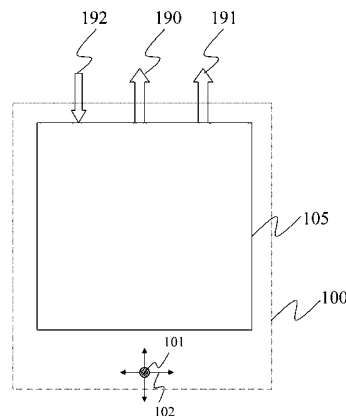
(54) 【発明の名称】 視空間点認知の方法

(57) 【要約】

【課題】 視空間点認知の方法を提供する。

【解決手段】 視空間点認知の方法であって、人の眼の空間認知に対する視差原理に基づき、点光源及び視空間点認知装置の利用を通して、該点光源の物点座標、及び該視空間点認知装置の視点座標を測量することができ、こうして視空間点光源位置認知の目的を達成する。また、該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成する。同時に、該視空間点認知装置は外部新視点の座標を受け入れることができ、これにより視点の位置を再設定し、視点リセットの目的を達成する。

【選択図】 図19



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

視空間点認知であって、以下のパーツにより構成し、

点光源は移動可能な主動式点光源により構成し、該点光源は可視光、或いは非可視光を発散し、または移動可能な受動式点光源により構成し、該点光源は点状の反射体で、他の光源の光を反射し、

視空間点認知装置は該点光源が発散する光を受け取り、該視空間点認知装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を計算並びに出力可能で、及び該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )

を計算並びに出力し、また、該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成し、同時に、該視空間点認知装置外部新視点の座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を受け取り、これにより視点の位置を再設定し、該視空間点認知装置視点リセットの目的を達成することを特徴とする視空間点認知の方法。

10

## 【請求項 2】

前記視空間点認知装置は、以下のパーツにより構成し、

視差像取り込み装置は該点光源が発出する光を受け取り後、一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一対の左、右2D影像信号を出力可能で、また、一組の新視点パラメータ信号を受け取り、これに基づき視差像取り込み装置視点の位置を改変し、

視空間点演算装置は該一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一対の左、右2D影像信号を受け取り後、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を計算並びに

20

出力可能で、該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を計算並びに出力可能で、同時に、該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )に基づき、一組の新視点パラメータ信号を計算並びに出力し、該視差像取り込み装置の視点座標と該点光源の物点座標を重合させ、物点追跡の目的を達成し、また、外部の新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を受け取り、演算を経てもう一組の新視点パラメータ信号を算出後、該信号を強制的に出力し、こうして該視差像取り込み装置視点の位置を再設定し、視点リセットの目的を達成することを特徴とする請求項 1 記載の視空間点認知の方法。

## 【請求項 3】

前記視差像取り込み装置は、以下のパーツにより構成し、

左撮影機は視点定位機構装置の上に装置し、該点光源が発散する光を受け取り後、視差信号を備える左2D影像信号を出力し、

30

右撮影機は視点定位機構装置の上に装置し、該点光源が発散する光を受け取り後、視差信号を備える右2D影像信号を出力し、

左2D影像記憶及び出力装置は該左2D影像信号を読み取り後、左2D影像信号を保存並びに出力し、

右2D影像記憶及び出力装置は該右2D影像信号を読み取り後、右2D影像信号を保存並びに出力し、

視点定位機構装置は多数の回転、位置移動等機械の構造で、アクチュエーター(Actuator)、及び定位器(Positioning Sensor)により構成し、該左、右撮影機を固定、積載、回転、及び移動可能で、視点駆動制御信号の受信を通して、すべてのアクチュエーターを駆動することができ、該左、右撮影機光軸(すなわち、視軸)方向を改変及び再設定可能で、こうして視差像取り込み装置視点位置の改変及び再設定の目的を達成することができ、またすべての定位器のデータの出力を通して、左、右撮影機光軸(すなわち、視軸)方向のデータを提供し、

40

視点読み取り装置は該視点定位機構装置上のすべての定位器のデータ及び該撮影機の焦点距離を読み取り、視点パラメータ値に転換後、一組の視点パラメータ信号を出力し、

視点設定装置は一組の新視点パラメータ信号を受信し、該信号を視点駆動制御信号に転換後、該信号を出力し、こうして該視点定位機構装置上のすべてのアクチュエーターの駆動を達成することを特徴とする請求項 2 記載の視空間点認知の方法。

## 【請求項 4】

50

前記左撮影機は、以下のパーツにより構成し、  
 光学フィルターは該点光源波長以外の光源を濾過し、  
 自動微調整可能な2D絞りは円型の孔であって、その孔の孔径は自動微調整し、  
 オートフォーカス可能な2Dレンズ組は水平及び垂直方向2Dフォーカス能力を備えるレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力し、  
 2D影像センサーは一般的に公知のCCD或いはCMOSにより構成し、視差信号を備える左2D影像信号を出力することを特徴とする請求項3記載の視空間点認知の方法。

【請求項5】

前記右撮影機は、以下のパーツにより構成し、  
 光学フィルターは該点光源波長以外の光源を濾過し、  
 自動微調整可能な2D絞りは円型の孔であって、その孔の孔径は自動微調整し、  
 オートフォーカス可能な2Dレンズ組は水平及び垂直方向2Dフォーカス能力を備えるレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力し、  
 2D影像センサーは一般的に公知のCCD或いはCMOSにより構成し、視差信号を備える右2D影像信号を出力することを特徴とする請求項3記載の視空間点認知の方法。

10

【請求項6】

前記視空間点演算装置は、以下のパーツにより構成し、  
 電子インターフェースは一般のデジタル入力/出力ポート、ADC、DAC等電子パーツにより構成し、該視差像取り込み装置に連結し、該一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一対の左、右2D影像信号を読み取り可能で、また一組の新視点パラメータ信号を出力し、  
 電子インターフェースは一般の有線或いは無線のRS232、USB、ネットワーク等標準伝送インターフェースにより構成し、外部の他の装置に連結し、該標準伝送インターフェースを通して新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を読み取り、該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を出力し、及び該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を出力し、  
 演算プログラム装置は一般のマイクロプロセッサ、DSP、記憶装置により構成するマイクロコンピュータで、該記憶装置中には演算ロジックプログラムを装置し、該演算ロジックプログラムは入力された該一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一対の左、右2D影像信号に基づき、該視差信号を取り出し後、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )、及び該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を計算並びに出力し、また、該物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )に基づき、一組の新視点パラメータ信号を計算及び出力し、該視差像取り込み装置の視点座標と該点光源の物点座標を重合させ、物点追跡の目的を達成し、また、該演算ロジックプログラムは入力された該新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )に基づき、一組の新視点パラメータ信号を計算及び出力し、該信号を強制的に出力し、これにより視点の位置を再設定し、こうして新視点リセットの目的を達成することを特徴とする請求項2記載の視空間点認知の方法。

20

30

【請求項7】

前記一組の視点パラメータ信号は

( $X_L, Y_L, X_R, Y_R, S, f$ )で、該視差信号は( $X_L, Y_L, X_R, Y_R$ )で、該一組の新視点パラメータ信号は

( $X_L^{New}, Y_L^{New}, X_R^{New}, Y_R^{New}, S^{New}, f^{New}$ )であることを特徴とする請求項2記載の視空間点認知の方法。

40

【請求項8】

前記視差信号を備える左2D影像信号に対して、その視差信号は( $x_L, y_L$ )で、該視差信号を備える右2D影像信号に対して、その視差信号は( $x_R, y_R$ )であることを特徴とする請求項3記載の視空間点認知の方法。

【請求項9】

前記視差信号( $x_L, y_L$ )と( $x_R, y_R$ )間には $x_L = y_R = y_i$ の関係を備えることを特徴とする請求項8記載の視空間点認知の方法。

【請求項10】

50

前記一組の視点パラメータ信号( $L, R, L', R', , S, f$ )は、 $L = R =$  の関係を備え、しかも該一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, R^{New}, L^{New}, R^{New}, S^{New}$ )は  $L^{New} = R^{New} = S^{New}$  の関係を備えることを特徴とする請求項7記載の視空間点認知の方法。

【請求項11】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは該左、右2D影像が含む視差信号に対して取り出し処理を行い、該左、右2D影像上の最亮点を探し出すことにより、該点光源に対応する左像点座標( $x_L, y_L$ )、及び右像点座標( $x_R, y_R$ )を取り出すことを特徴とする請求項6記載の視空間点認知の方法。

【請求項12】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは左視点ベクトルと左視軸単位ベクトル、右視点ベクトルと右視軸単位ベクトルに基づき、平行の幾何関係、及び左視点ベクトルと右視点ベクトルが視点において相互に交差する幾何関係を備え、以下の公式を通して、視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を算出する

【数1】

$$X_V = \frac{\frac{R_{L23}}{R_{L13}}}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} X_{L0}^* - \frac{\frac{R_{R23}}{R_{R13}}}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} X_{R0}^* + \frac{Y_{R0}^* - Y_{L0}^*}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} \quad 20$$

$$Y_V = \frac{\frac{R_{L33}}{R_{L23}}}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} \frac{R_{R33}}{R_{R23}}} Y_{L0}^* - \frac{\frac{R_{R33}}{R_{R23}}}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} \frac{R_{R33}}{R_{R23}}} Y_{R0}^* + \frac{Z_{R0}^* - Z_{L0}^*}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} \frac{R_{R33}}{R_{R23}}}$$

$$Z_V = \frac{\frac{R_{L13}}{R_{L33}}}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} Z_{L0}^* - \frac{\frac{R_{R13}}{R_{R33}}}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} Z_{R0}^* + \frac{X_{R0}^* - X_{L0}^*}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} \quad 30$$

ことを特徴とする請求項6記載の視空間点認知の方法。

【請求項13】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは幾何光学写像の原理に基づき、左像点ベクトルと左物点ベクトル、右像点ベクトルと右物点ベクトルは平行の幾何関係を備え、及び左物点ベクトルと右物点ベクトルが物点において相互に交差する幾何関係を備え、以下の公式を通して、物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を算出する

10

20

30

40

【数 2】

$$X_P = \frac{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}(fR_{L13} + X'_{L0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}} - \frac{\frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}(fR_{R13} + X'_{R0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}}$$

$$+ \frac{fR_{R23} + Y'_{R0} - (fR_{L23} + Y'_{L0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}}$$

$$Y_P = \frac{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}(fR_{L23} + Y'_{L0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}} - \frac{\frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}(fR_{R23} + Y'_{R0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}}$$

$$+ \frac{(fR_{R33} + Z'_{R0}) - (fR_{L33} + Z'_{L0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}}$$

$$Z_P = \frac{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}(fR_{L33} + Z'_{L0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}} - \frac{\frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}(fR_{R33} + Z'_{R0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}}$$

$$+ \frac{fR_{R13} + X'_{R0} - (fR_{L13} + X'_{L0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}}$$

10

20

30

ことを特徴とする請求項 6 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 14】

前記一組の視点パラメータ信号( $L, R, L, R, , S, f$ )、及び該一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, R^{New}, L^{New}, R^{New}, New, New, S^{New}$ )は各角度の正負値に対して、右手回転法則、或いは左手回転法に基づきこれらを定義することを特徴とする請求項 10 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 15】

前記 $R_{11} \sim R_{33}$ 及び $X_{L0}$ 、 $Y_{L0}$ 、 $Z_{L0}$ 、 $X_{R0}$ 、 $Y_{R0}$ 、 $Z_{R0}$ の値は、座標回転の順序に従い、異なる値を呈し、その内の一種の座標回転順序の結果に対して、該 $R_{11} \sim R_{33}$ 及び $X_{L0}$ 、 $Y_{L0}$ 、 $Z_{L0}$ 、 $X_{R0}$ 、 $Y_{R0}$ 、 $Z_{R0}$ の値は

## 【数 3】

$$R_{L11} = \cos \Theta \cos \theta_L - \sin \Theta \cos \Phi \sin \theta_L$$

$$R_{L12} = \cos \Theta \sin \theta_L \sin \varphi + \sin \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \sin \varphi$$

$$R_{L13} = \cos \Theta \sin \theta_L \cos \varphi - \sin \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \cos \varphi$$

$$R_{L21} = \sin \Phi \sin \theta_L$$

$$R_{L22} = \cos \Phi \cos \varphi - \sin \Phi \cos \theta_L \sin \varphi$$

$$R_{L23} = -\cos \Phi \sin \varphi - \sin \Phi \cos \theta_L \cos \varphi$$

$$R_{L31} = -\sin \Theta \cos \theta_L - \cos \Theta \cos \Phi \sin \theta_L$$

$$R_{L32} = -\sin \Theta \sin \theta_L \sin \varphi + \cos \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \sin \varphi$$

$$R_{L33} = -\sin \Theta \sin \theta_L \cos \varphi - \cos \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \cos \varphi$$

$$R_{R11} = \cos \Theta \cos \theta_R - \sin \Theta \cos \Phi \sin \theta_R$$

$$R_{R12} = \cos \Theta \sin \theta_R \sin \varphi + \sin \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \sin \varphi$$

$$R_{R13} = \cos \Theta \sin \theta_R \cos \varphi - \sin \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \cos \varphi$$

$$R_{R21} = \sin \Phi \sin \theta_R$$

$$R_{R22} = \cos \Phi \cos \varphi - \sin \Phi \cos \theta_R \sin \varphi$$

$$R_{R23} = -\cos \Phi \sin \varphi - \sin \Phi \cos \theta_R \cos \varphi$$

$$R_{R31} = -\sin \Theta \cos \theta_R - \cos \Theta \cos \Phi \sin \theta_R$$

$$R_{R32} = -\sin \Theta \sin \theta_R \sin \varphi + \cos \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \sin \varphi$$

$$R_{R33} = -\sin \Theta \sin \theta_R \cos \varphi - \cos \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \cos \varphi$$

$$X_{L0}^* = H \sin \Phi \sin \Theta + \frac{S}{2} \cos \Theta$$

$$Y_{L0}^* = H \cos \Theta$$

$$Z_{L0}^* = H \sin \Phi \cos \Theta - \frac{S}{2} \sin \Theta$$

$$X_{R0}^* = H \sin \Theta \sin \Phi - \frac{S}{2} \cos \Theta$$

$$Y_{R0}^* = H \cos \Theta$$

$$Z_{R0}^* = H \cos \Theta \sin \Phi + \frac{S}{2} \sin \Theta$$

であることを特徴とする請求項 1 2、1 3 記載の視空間点認知の方法。

## 【請求項 1 6】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムの物点追跡に対して、物点追跡範囲の大きさに基づき、小角度物点追跡と大角度物点追跡に分けられることを特徴とする請求項 6 記載の視空間点認知の方法。

## 【請求項 1 7】

前記小角度物点追跡に対して、視点から比較的近い距離の該点光源(すなわち、物点)は該視点定位機構装置への制御を通して、(  $L$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $R$  )の値を改変し視点を変えることができ、視点を物点の位置に移動させることができ、大角度物点追跡に対して、視点から

10

20

30

40

50

比較的遠い距離の該点光源(すなわち、物点)に対する該視点定位機構装置への制御を通して、 $(\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R, \psi, S)$ の値を改変し視点を換え、視点を物点の位置に移動させることができ、こうして物点追跡の目的を達成することを特徴とする請求項16記載の視空間点認知の方法。

【請求項18】

前記小角度物点追跡に対して、該物点座標 $P(X_P, Y_P, Z_P)$ と視点座標 $V(X_V, Y_V, Z_V)$ 位置の相対関係に基づき、該 $(\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R)$ 角度の改変量 $\Delta\theta_L, \Delta\theta_R, \Delta\phi_L, \Delta\phi_R$ を決定可能で、 $\Delta\theta_L, \Delta\theta_R, \Delta\phi_L, \Delta\phi_R$ の量を改変後、視点座標と物点座標重合の目的を達成し、その計算は垂直方向上における視点の改変と水平方向上における視点の改変に分かれ、その計算は以下の通りで、

10

垂直方向上における視点改変量の計算は以下の通りで、

【数4】

$$\Delta\phi = \cos^{-1}(\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) - \pi/2 \text{で、しかも } \Delta\phi_L = \Delta\phi_R = \Delta\phi \text{で、}$$

(1) 視点の上方への追跡は、 $Z_P > Z_V$ である時、 $\Delta\phi < 0$ で、

(2) 視点の下方への追跡は、 $Z_P < Z_V$ である時、 $\Delta\phi > 0$ で、

ここで、

$$\hat{u}_{LZ}^{new} = \frac{\overline{O_L P}}{\|\overline{O_L P}\|} \quad \text{は } \overline{O_L P} \text{ 方向上の単位ベクトルで、}$$

$$\hat{u}_{RZ}^{new} = \frac{\overline{O_R P}}{\|\overline{O_R P}\|} \quad \text{は } \overline{O_R P} \text{ 方向上の単位ベクトルで、}$$

20

水平方向上の視点改変量の計算は以下の通りで、

【数5】

$$\Delta\theta_L = \cos^{-1} \frac{(\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LZ}^{old}) \square \hat{u}_{LZ}^{old}}{\sqrt{(\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LZ}^{new}) \square (\hat{u}_{LZ}^{old} \square \hat{u}_{LZ}^{old})}} ; \quad \Delta\theta_R = \cos^{-1} \frac{(\hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RZ}^{old}) \square \hat{u}_{RZ}^{old}}{\sqrt{(\hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RZ}^{new}) \square (\hat{u}_{RZ}^{old} \square \hat{u}_{RZ}^{old})}}$$

ここで、

$$\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LZ}^{old} = \hat{u}_{LZ}^{new} - (\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) \hat{u}_{LY}^{old} ; \quad \hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RZ}^{old} = \hat{u}_{RZ}^{new} - (\hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RY}^{old}) \hat{u}_{RY}^{old}$$

30

40

## 【数 6】

(1) 視点が右方へと物点を追跡する場合に、 $\overline{O_L V} \times \overline{O_L P} \hat{u}_{LY}^m < 0$  で、しかも

$\overline{O_R V} \times \overline{O_R P} \hat{u}_{RY}^m < 0$  である時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  右方にあると見なすことができ、よって  $\Delta \theta_L < 0$  で、しかも  $\Delta \theta_R < 0$  で、

(2) 点が左方へと物点を追跡する場合に、 $\overline{O_L V} \times \overline{O_L P} \hat{u}_{LY}^m > 0$  で、しかも

$\overline{O_R V} \times \overline{O_R P} \hat{u}_{RY}^m > 0$  である時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  左方にあると見なすことができ、よって  $\Delta \theta_L > 0$  で、しかも  $\Delta \theta_R > 0$  で、

10

## 【数 7】

(3) 視点が近距離において物点を追跡する場合に、 $\overline{O_L V} \times \overline{O_L P} \hat{u}_{LY}^m < 0$  で、しかも

$\overline{O_R V} \times \overline{O_R P} \hat{u}_{RY}^m > 0$  である時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  前方にあると見なすことができ、よって  $\Delta \theta_L < 0$  で、しかも  $\Delta \theta_R > 0$  で、

20

## 【数 8】

(4) 視点が遠距離において物点を追跡する場合に、 $\overline{O_L V} \times \overline{O_L P} \hat{u}_{LY}^m > 0$  で、しかも

$\overline{O_R V} \times \overline{O_R P} \hat{u}_{RY}^m < 0$  である時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  後方にあると見なすことができ、よって  $\Delta \theta_L > 0$  で、しかも  $\Delta \theta_R < 0$  である

30

ことを特徴とする請求項 17 記載の視空間点認知の方法。

## 【請求項 19】

前記大角度物点追跡において、該物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  の位置に基づき、一組の新視点パラメータ信号 ( $L^{New}, R^{New}, L^{New}, R^{New}, New, New, S^{New}$ ) を計算及び出力し、その計算の方法は新視中心線を

## 【数 9】

$$\overline{O_H P} \text{ とし、 } \overline{O_H P} \perp \hat{j}_N$$

の姿勢により物点に新視中心線を合わせ、即ち、先に頸部パラメータ ( $New, New$ ) を設定し、この後、さらに  $L^{New} = -New, R^{New} = New, L^{New} = R^{New} = 0$  の関係により、該左、右撮影機光軸 (すなわち、視軸) の角度を回転させ、物点追跡の目的を達成し、各相関角度の計算は以下の通りである

40

【数 10】

$$\Theta^{New} = \tan^{-1}\left(\frac{X_p}{Z_p}\right)$$

$$X_p \sin \Theta^{New} \sin \Phi^{New} + Y_p \cos \Phi^{New} + Z_p \cos \Theta^{New} \sin \Phi^{New} = H$$

$$\theta^{New} = \frac{1}{2} \sin^{-1} \left( \frac{\overline{O_L^* P} \times \overline{O_R^* P}}{\|\overline{O_L^* P}\| \|\overline{O_R^* P}\|} \right)$$

10

ことを特徴とする請求項 17 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 20】

前記新視点再設定において、入力された新視点座標信号 ( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ ) に基づき、一組の新視点パラメータ信号 ( $L^{New}, R^{New}, L^{New}, R^{New}, New, New, S^{New}$ ) を計算及び出力し、その計算方式はまた請求項 19 記載の計算方法により、但し ( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ ) を式中 ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) の値に入れ替えることを特徴とする請求項 6 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 21】

視空間点認知の方法であって、以下のパーツにより構成し、  
点光源は移動可能な主動式点光源により構成し、該点光源は可視光、或いは非可視光を放射し、または移動可能な受動式点光源により構成し、該点光源は点状の反射体で、他の光源の光を反射し、  
視空間点認知装置は該点光源が放射する光を受け取り、該視空間点認知装置の視点座標信号 ( $X_V, Y_V, Z_V$ ) を計算並びに出力可能で、及び該点光源の物点座標信号 ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) を計算並びに出力し、また該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させ、物点自動追跡の目的を達成し、同時に、該視空間点認知装置は外部新視点の座標信号 ( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ ) を受信し、これにより視点の位置を再設定し、該視空間点認知装置視点リセットの目的を達成することを特徴とする視空間点認知の方法。

20

30

【請求項 22】

前記視空間点認知装置は、以下のパーツにより構成し、  
視差像取り込み装置は該点光源が放射する光を受け取り後、一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一組の左、中、右 1D 影像信号を出力可能で、また一組の新視点パラメータ信号を受け取り、これに基づき視差像取り込み装置視点の位置を改変可能で、  
視空間点演算装置は該一組の視点パラメータ信号、及び視差信号を備える一組左、中、右 1D 影像信号を受信後、該視差像取り込み装置の視点座標信号 ( $X_V, Y_V, Z_V$ ) を計算並びに出力可能で、該点光源の物点座標信号 ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) を計算並びに出力可能で、同時に、該点光源の物点座標信号 ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) に基づき、一組の新視点パラメータ信号を計算並びに出力し、該視差像取り込み装置の視点座標と該点光源の物点座標を重合させ、物点追跡の目的を達成し、また外部の新視点座標信号 ( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ ) を受信し、演算を経てもう一組の新視点パラメータ信号を算出後、該信号を強制的に出力し、こうして該視差像取り込み装置視点の位置を再設定し、視点リセットの目的を達成することを特徴とする請求項 21 記載の視空間点認知の方法。

40

【請求項 23】

前記視差像取り込み装置は、以下のパーツにより構成し、  
左撮影機は視点定位機構装置の上に装置し、該点光源が放射する光を受け取り後、視差信号を備える左 1D 影像信号を出力し、  
中撮影機は視点定位機構装置の上に装置し、該点光源が放射する光を受け取り後、視差信号を備える中 1D 影像信号を出力し、

50

右撮影機は視点定位機構装置の上に装置し、該点光源が発散する光を受け取り後、視差信号を備える右1D影像信号を出力し、

左1D影像記憶及び出力装置は該左1D影像信号を読み取り後、左1D影像信号を保存並びに出力可能で、

中1D影像記憶及び出力装置は該中1D影像信号を読み取り後、中1D影像信号を保存並びに出力し、

右1D影像記憶及び出力装置は該右1D影像信号後を読み取り後、右1D影像信号を保存並びに出力し、

視点定位機構装置は多数の回転、位置移動等機械の構造で、アクチュエーター(Actuator)、及び定位器(Positioning Sensor)により構成し、該左、中、右撮影機を固定、積載、回転、及び移動し、視点駆動制御信号の受信を通して、すべてのアクチュエーターを駆動することができ、該左、中、右撮影機光軸(すなわち、視軸)方向を改変及び再設定し、こうして視差像取り込み装置視点位置の改変及び再設定の目的を達成することができ、またすべての定位器のデータの出力を通して、左、中、右撮影機光軸(すなわち、視軸)方向のデータを提供し、

視点読み取り装置は該視点定位機構装置上のすべての定位器のデータ及び撮影機の焦点距離を読み取り可能で、視点パラメーター値に転換後、一組の視点パラメーター信号を出力し、

視点設定装置は一組の新視点パラメーター信号を受信し、該信号を視点駆動制御信号に転換後、該信号を出力し、こうして該視点定位機構装置上のすべてのアクチュエーターの駆動を達成することを特徴とする請求項2記載の視空間点認知の方法。

#### 【請求項24】

前記左撮影機は、以下のパーツにより構成し、

光学フィルターは該点光源波長以外の光源を濾過し、

自動微調整可能な1D絞りは細長い形状のスリットで、そのスリット幅は自動微調整可能で、その装置方向は垂直方向で、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置し、

オートフォーカス可能な1Dレンズ組は水平フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力し、

1D影像センサーは一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は水平方向で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置し、視差信号を備える左1D影像信号を出力可能であることを特徴とする請求項23記載の視空間点認知の方法。

#### 【請求項25】

前記中撮影機は、以下のパーツにより構成し、

光学フィルターは該点光源波長以外の光源を濾過し、

自動微調整可能な1D絞りは細長い形状のスリットで、そのスリット幅は自動微調整可能で、その装置方向は水平方向で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置し、

オートフォーカス可能な1Dレンズ組は垂直フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力し、

1D影像センサーは一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は垂直方向で、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置し、視差信号を備える中1D影像信号を出力可能であることを特徴とする請求項23記載の視空間点認知の方法。

#### 【請求項26】

前記右撮影機は、以下のパーツにより構成し、

光学フィルターは該点光源波長以外の光源を濾過し、

自動微調整可能な1D絞りは細長い形状のスリットで、そのスリット幅は自動微調整し、その装置方向は垂直方向で、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置し、

オートフォーカス可能な1Dレンズ組は水平フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力し、

1D影像センサーは一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は水平方向で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置し、視差信号を備える右1D影像信号を出力すること

10

20

30

40

50

を特徴とする請求項 2 3 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 2 7】

前記視空間点演算装置は、以下のパーツにより構成し、

電子インターフェースは一般のデジタル入力/出力ポート、ADC、DAC等電子パーツにより構成し、該視差像取り込み装置に連結し、該一組の視点パラメーター信号、及び視差信号を備える一組の左、中、右1D影像信号を読み取り可能で、また一組の新視点パラメーター信号を出力し、

電子インターフェースは一般の有線或いは無線のRS232、USB、ネットワーク等標準伝送インターフェースにより構成し、外部の他の装置に連結し、該標準伝送インターフェースを通して新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を読み取り、該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を出力し、及び該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を出力し、

演算プログラム装置は一般のマイクロプロセッサ、DSP、記憶装置により構成するマイクロコンピュータで、該記憶装置中には演算ロジックプログラムを装置し、該演算ロジックプログラムは入力された該一組の視点パラメーター信号、視差信号を備える一組の左、中、右1D影像信号に基づき、該視差信号を取り出し後、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )、及び該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を計算並びに出力可能で、また該物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )に基づき、一組の新視点パラメーター信号を計算及び出力し、該視差像取り込み装置の視点座標と該点光源の物点座標を重合させ、物点追跡の目的を達成し、また該演算ロジックプログラムは入力された該新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )に基づき、一組の新視点パラメーター信号を計算及び出力し、該信号を強制的に出力し、視点の位置を再設定可能で、こうして新視点リセットの目的を達成することを特徴とする請求項 2 2 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 2 8】

前記一組の視点パラメーター信号は( $L, M, R, L, M, R, S, f$ )で、該視差信号は( $x_L, y_i, x_R$ )で、該一組の新視点パラメーター信号は( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, L^{New}, M^{New}, R^{New}, S^{New}$ )であることを特徴とする請求項 2 2 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 2 9】

前記視差信号を備える左1D影像信号に対して、その視差信号は( $x_L$ )で、該視差信号を備える中1D影像信号に対して、その視差信号は( $y_i$ )で、該視差信号を備える右1D影像信号に対して、その視差信号は( $x_R$ )であることを特徴とする請求項 2 3 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 0】

前記一組の視点パラメーター信号( $L, M, R, L, M, R, S, f$ )は  $L = M = R$  の関係を備え、しかも該一組の新視点パラメーター信号( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, L^{New}, M^{New}, R^{New}, S^{New}$ )もまた  $L^{New} = M^{New} = R^{New} = S^{New}$  の関係を備えることを特徴とする請求項 2 8 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 1】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは該1D影像信号の取り出し処理において該1D左、中、右影像上の最亮点を探し出すことができ、該点光源に対応する左像点の座標( $x_L$ )、中像点の座標( $y_i$ )、及び右像点の座標( $x_R$ )を取り出すことを特徴とする請求項 2 7 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 2】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは請求項 1 2 記載の方法と公式に基づき、該視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )を算出可能であることを特徴とする請求項 2 7 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 3】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムは請求項 1 3 記載の方法と公式に基づき、該物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )を算出可能であることを特徴とする請求項 2 7 記載の視空間点認知の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 3 4】

前記一組の視点パラメータ信号( L, M, R, L, M, R, , S, f)、及び該一組の新視点パラメータ信号( L<sup>New</sup>, M<sup>New</sup>, R<sup>New</sup>, L<sup>New</sup>, M<sup>New</sup>, R<sup>New</sup>, New, New, S<sup>New</sup>)は、各角度の正負値に対して、右手回転法則、或いは左手回転法に基づき、これを定義することを特徴とする請求項 3 3 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 5】

前記R<sub>11</sub>~R<sub>33</sub>及びX<sub>L0</sub>、Y<sub>L0</sub>、Z<sub>L0</sub>、X<sub>R0</sub>、Y<sub>R0</sub>、Z<sub>R0</sub>の値は座標回転の順序に従い、異なる値を呈し、その内の一種の座標回転順序の結果に対して、該R<sub>11</sub>~R<sub>33</sub>及びX<sub>L0</sub>、Y<sub>L0</sub>、Z<sub>L0</sub>、X<sub>R0</sub>、Y<sub>R0</sub>、Z<sub>R0</sub>の値は請求項 1 5 記載の値であることを特徴とする請求項 3 2、3 3 記載の視空間点認知の方法。

10

【請求項 3 6】

前記演算プログラム装置中の演算ロジックプログラムの物点追跡において、物点追跡範囲の大きさに基づき、小角度物点追跡と大角度物点追跡に分けられることを特徴とする請求項 2 7 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 7】

前記小角度物点追跡において、視点から比較的近い距離の該点光源(すなわち、物点)に対して、該視点定位機構装置への制御を通して、( L, M, R, L, M, R)の値を改変し、こうして視点を改変し、視点を物点の位置に移動させることができ、大角度物点追跡においては、視点から比較的遠い距離の該点光源(すなわち、物点)に対して、該視点定位機構装置への制御を通して、( L, M, R, L, M, R, , S, f)の値を改変し、こうして視点を改変し、視点を物点の位置に移動させることができ、こうして物点追跡の目的を達成することを特徴とする請求項 3 6 記載の視空間点認知の方法。

20

【請求項 3 8】

前記小角度物点追跡において、該物点P(X<sub>p</sub>, Y<sub>p</sub>, Z<sub>p</sub>)と視点V(X<sub>v</sub>, Y<sub>v</sub>, Z<sub>v</sub>)位置の相対関係に基づき、該( L, R, L, M, R)角度の改变量 L、M、R、L、M、Rを決定可能で、L、M、Rの量を改変後、視点座標と物点座標重合の目的を達成し、内、L、R、L、Rの計算に対して、その方法は請求項 1 8 記載の方法と公式に基づき、しかも L=M=R で、また該中撮影機回転角度 M<sup>New</sup>の設定において、その計算は以下の通りである

【数 1 1】

30

$$\theta_M^{New} = \cos^{-1} \left( \frac{\overline{O_H P} - (\overline{O_H P} \cdot \hat{j}_N^*) \hat{j}_N^*}{\|\overline{O_H P} - (\overline{O_H P} \cdot \hat{j}_N^*) \hat{j}_N^*\|} \right) - \frac{\pi}{2}$$

ことを特徴とする請求項 3 7 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 3 9】

前記大角度物点追跡において、該物点P(X<sub>p</sub>, Y<sub>p</sub>, Z<sub>p</sub>)の位置に基づき、一組の新視点パラメータ信号( L<sup>New</sup>, M<sup>New</sup>, R<sup>New</sup>, L<sup>New</sup>, M<sup>New</sup>, R<sup>New</sup>, New, New, S<sup>New</sup>)を計算及び出力し、その計算の方法は新視中心線を

40

【数 1 2】

$\overline{O_H P}$ とし、 $\overline{O_H P} \perp \hat{j}_N^*$ の姿勢により物点に新視中心線を合わせ、

即ち、先に頸部パラメータ( L<sup>New</sup>, M<sup>New</sup>)を設定し、この後、さらに L<sup>New</sup>= - M<sup>New</sup>、M<sup>New</sup>=0、R<sup>New</sup>= New、L<sup>New</sup>= R<sup>New</sup>= M<sup>New</sup>=0の関係により、該左、中、右撮影機光軸(すなわち、視軸)の角度を回転させ、物点追跡の目的を達成し、各相関角度の計算は請求項 1 9 記載の公式に基づくことを特徴とする請求項 3 7 記載の視空間点認知の方法。

【請求項 4 0】

前記新視点の再設定において、入力された該新視点座標信号(X<sub>v</sub><sup>New</sup>, Y<sub>v</sub><sup>New</sup>, Z<sub>v</sub><sup>New</sup>)に基づ

50

き、一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, L^{New}, M^{New}, R^{New}, S^{New}$ )を計算及び出力し、その計算方式は請求項39記載の計算方法とするが、但し( $X_v^{New}, Y_v^{New}, Z_v^{New}$ )を式中( $X_p, Y_p, Z_p$ )の値に入れ替えることを特徴とする請求項27記載の視空間点認知の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、視空間点認知の方法に関する。特に、人の眼の空間認知に関する視差原理に基づき、点光源及び視空間点認知装置を用いて、該点光源の物点座標、及び該視空間点認知装置の視点座標を測定し、視空間点光源位置認知の目的を達成し、また該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成し、同時に該視空間点認知装置は外部新視点の座標を受け入れることができ、これにより視点の位置を再設定し、視点リセットの目的を達成する視空間点認知の方法に係る。

10

【背景技術】

【0002】

図1は、2D光学レンズ写像の指示図である。

一般的な2D光学レンズは、球面レンズ1により構成し、傍軸点光源の物点oに対して、2D光学レンズ1の作用を経由後、その写像の特徴は点状の像点 $i_{xy}$ で、その写像位置の関係は式(1)の幾何光学の法則に従う。

20

【数13】

$$\frac{1}{l_o} + \frac{1}{l_i} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

ここで、 $l_o$ は点光源oの物点距離、 $l_i$ は像距離、 $f$ は光学レンズ1の焦点距離である。また、幾何光学写像のもう一つの特徴は、点光源oと像点 $i_{xy}$ の間に屈折しない光線を備え、しかも該光線は該2D光学レンズ1の幾何中心点 $O_{lens}$ を通過することである。

図2は、1D光学レンズ写像の指示図である。

30

一般的な1D光学レンズは半円柱状のレンズ2、3により構成し、その写像の原理は幾何光学の理論に従うが、1Dの写像能力のみを備える。よって、傍軸点光源の物点oに対して、1D縦方向フォーカス光学レンズ2の作用を経れば、その写像の特徴は横線状の横像線 $i_y$ となり、1D横方向フォーカス光学レンズ3の作用を経れば、その写像の特徴は縦線状の縦像線 $i_x$ となる。その空間位置の関係もまた式(1)幾何光学の法則に従う。

図3は、一般光学撮影機構成の指示図である。

該撮影機5は一般の光学カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラとすることができ、主に調整可能絞り6、焦点変更可能レンズ組7、像感知記録装置8により構成する。物点 $o_1$ に対して、該焦点変更可能レンズ組7の焦点距離 $f$ を適当に調整後、像点 $i_1$ を得て、該像記録装置8の上に写像可能である。一般に、物点の物点距離 $l_o$ 、 $f$ は、 $l_i$ はほぼ等しく $f$ の関係にある。また、距離が異なる物点 $o_2$ に対しては、該焦点変更可能レンズ組7の作用を通して、別の像点 $i_2$ を得ることができ、該調整可能絞り6の大きさを適当に調整することで、該像記録装置8の上に別の近似像点 $i_2'$ を写像可能である。

40

【0003】

図4はヒト眼球構造の指示図である。

ヒト眼球10は一部の光学撮影機に類似しており、主に虹彩11、水晶体13、視網膜15により構成する。光学撮影機と対比させれば、虹彩11の機能は瞳孔12の大きさの調整であるため調整可能な絞りと見なすこともでき、水晶体13の機能はレンズで、毛様体筋14の運動は水晶体13の湾曲率(すなわち焦点距離)を改変することができるため、焦点変更可能なレンズと見なすこともできる。視網膜15は影像感知装置とも言え、それが取得した影像を視神経

50

16を通して大脳に伝達し、大脳により画像処理、保存、及び空間認知を行う。一般的に、眼球10の視線は視軸17とも呼ばれ、それはすなわち眼球光学システムの光軸である。眼球の上下、左右転動を通して、視軸17の方向を一定限度内で変更することができる。また、頸部の左右、上下転動を通して、視軸17の方向を大きく変更することができる。

図5は視空間構成の指示図である。

左右眼21、22にとっては、視空間は該左右眼21、22が存在し及び見ている空間である。先ず、ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ を定義し、

【数14】

$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ は、座標系中座標軸の単位ベクトルとする。該ワールド座標系の座標軸は  
10  
定され、しかも該ワールド座標系が構成する空間は視空間と定義する。また、該ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ の原点 $(0, 0, 0)$ において、別に回転可能であるが、移動しない頸部座標系 $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ を設定し、しかも $\hat{i}_N, \hat{j}_N, \hat{k}_N$ は該座標系中座標軸の単位ベクトルとする。該座標系 $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ の回転により、 $Z_N$ 軸は $Y_N$ 軸に対して角度 $\Theta$ の回転を行い $X_N$ 軸に対して角度 $\Phi$ の回転を行う(図6参照)。

また、頸部座標系座標系 $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ の $(S/2, H, 0)$ において、回転可能であるが、  
20  
移動しない左眼座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ を設定し、しかもその座標軸の単位ベクトルは $\hat{u}_{LX}, \hat{u}_{LY}, \hat{u}_{LZ}$ とする。さらに $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ の $(-S/2, H, 0)$ において、回転可能であるが移動しない右眼座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ を設定し、しかもその座標軸の単位ベクトルは $\hat{u}_{RX}, \hat{u}_{RY}, \hat{u}_{RZ}$ とする。よって、 $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ は $\Theta$ 、 $\Phi$ 角度の回転を行い、 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 、 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ 、点 $O_H$ を連動し一緒に転動させる。

よって、 $\alpha$ 、 $\beta$ は頸部の左右(すなわち、水平)、上下(すなわち、垂直)の転動角度に類似するものと見なすことができる。

Sは立体ステレオベース(Stereo Base)と定義し、 $O_H$ はステレオベース中心点と定義し、H  
30  
の長さは頸椎の高度と見なすことができる(図9、図10参照)。

図5に示すように、別に左眼座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 上の $(0, 0, f)$ において、点 $F_L$ を左眼水晶体の中心位置と定義する。該座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ の $Z_L$ 軸は $Y_L$ 軸に対して角度 $\alpha_L$ の回転を行い、 $X_L$ 軸に対して角度 $\beta_L$ の回転を行う(図7参照)。よって、 $\alpha_L$ 、 $\beta_L$ の角度は左眼球の左右(すなわち、水平)、上下(すなわち、垂直)の回転運動角度に類似すると言える(図9と図10参照)。左眼座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ は視網膜上に設定されるため、よって、座標原点付近に分布する視網膜は $X_L - Y_L$ 平面上に分布すると見なすことができ、よって $X_L - Y_L$ 面を左像平面と定義する。

図5に示すように、別に右眼座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ 上の $(0, 0, f)$ 位置において、点 $F_R$ を右眼水晶体の中心位置と定義する。該座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ の $Z_R$ 軸は $Y_R$ 軸に対して角度 $\alpha_R$ の回  
40  
転を行い、 $X_R$ 軸に対して角度 $\beta_R$ の回転を行う(図8参照)。よって、 $\alpha_R$ 、 $\beta_R$ の角度は右眼球の左右(すなわち、水平)、上下(すなわち、垂直)の回転運動角度に類似したものと見なすことができる(図9と図10参照)。右眼座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ は視網膜上に設定するため、座標原点付近に分布する視網膜は $X_R - Y_R$ 平面上に分布すると見なすことができる。よって、 $X_R - Y_R$ 面を右像平面と定義する。

図11は両眼が実際に凝視する時の視点、物点と各座標系の幾何指示図である。

両眼が前方を凝視する時、両眼の視線は一点において交差し、すなわちそれが視点である。また $Z_L$ 軸と $Z_R$ 軸はそれぞれ左右眼21、22の視軸で、該両視軸は一点において交差しなければならない。該交点が視点Vである。ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ 上において、該視点Vの座標は $(X_V, Y_V, Z_V)$ である。また、視点Vの付近には物点Pが存在し、ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$   
50

上において、該物点Pの座標は $(X_P, Y_P, Z_P)$ である。また、該物点Pは左眼視網膜 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 座標系上において、写像する点 $I_L$ の位置は $I_L(x_L, y_L, 0)$ である。該物点は右眼視網膜 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ 座標系上において、写像する点 $I_R$ の位置は $I_R(x_R, y_R, 0)$ である。一般的に、左右両眼視軸の角度 $(\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R, \psi)$ を適当に調整することにより、視点Vと物点Pを重合させ、目標物を追跡注視する目的を達成することができる。

#### 【0004】

人の眼にとって、効率よく立体空間を認知するため、ヒトの視覚進化は左右眼球の上下運動を同角度の転動に制限し、すなわち $\theta_L = \theta_R = \theta$ である。この制限条件は、非常に重要な結果をもたらす。つまり、視網膜上に投射される像点 $I_L$ と $I_R$ の左、右像面上の垂直座標値は一致し、 $y_L = y_R$ である。この結果を導くもう一つの必要条件は左右眼の焦点距離が一致していることで、こうして初めて左右眼写像大きさの一致性を確保することができる。よって、いわゆる視差現象とは、視点V以外の物点Pに対して、左右眼の視網膜上において該物点Pが写像する差異を指し、すなわち $x_L \neq x_R$ である。この視差の現象の利用を通して、ヒトの眼は初めて空間の遠近を認知する能力を持つ。また、立体ステレオベースSの値は視差の大きさを決定する最も根本的な素因で、より遠い景色や物体に対して、立体ステレオベースSを増加させ、視差効果を高め、距離遠近に対する認知感を増強することができる。よって、ヒトの視覚空間認知にとっては、 $(\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R, \psi, S, f)$ を一組の視点パラメータと定義可能で、該パラメータは視差の効果を決定し、該視差効果を利用し、空間認知の目的を達成することができる。

10

【特許文献1】特表平11-513129号公報

20

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

上記ヒトの眼のような機能と効果を達成するため、公知の技術を利用し、空間遠近認知の能力を達成する。本発明視空間点認知の方法は人の眼の空間認知に対する視差原理に基づき、点光源及び視空間点認知装置の利用を通して、該点光源の物点座標、及び該視空間点認知装置の視点座標を測ることができ、こうして視空間点光源位置認知の目的を達成する。また、該視空間点認知装置視点の移動が可能で、視点座標と物点座標を重合させ、物点自動追跡の目的を達成する。同時に、該視空間点認知装置は外部新視点の座標を受け入れることができ、視点座標リセットの目的を達成する。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

上記課題を解決するため、本発明は下記の視空間点認知の方法を提供する。以下に図、符号の巻明及び発明の詳細な説明を用い、本発明について記述する。以下に先ず視差理論の計算方法を説明後、次に実際の実施例の説明を行う。図15は既知の視軸パラメータにおける各座標系、視点、物点、像点等幾何関係の指示図である。また、視差の理論に基づき、視軸パラメータ $(\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R, \psi, S, f)$ 、及び左右眼の像点座標 $I_L(x_L, y_L, 0)$ 、 $I_R(x_R, y_R, 0)$ 等既知の条件から、算出される視点 $V(x_V, y_V, z_V)$ 、物点 $P(x_P, y_P, z_P)$ の座標は、これに基づき推算され、視点追跡が必要とする新視軸パラメータを達成することができる。

40

### 1. 初期状態下における各座標系の定義

図5は視空間初期状態構成の指示図である。

各座標系初期状態の幾何関係図では、 $\theta_L, \theta_R, \phi_L, \phi_R, \psi$ 等角度回転を行う前、ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ にとっては、頸部座標系を $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ と設定し、左眼座標系を $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ と設定し、及び右眼座標系を $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ と設定し、しかも各座標系の原点位置を以下のように定義する。

【数 1 5】

$$O_N = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, O_L = \begin{bmatrix} \frac{S}{2} \\ H \\ 0 \end{bmatrix}, O_R = \begin{bmatrix} \frac{S}{-2} \\ H \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

また、ワールド座標系  $O(X, Y, Z)$  各座標軸の単位ベクトルを以下のように定義する。

$$\hat{i} = (1, 0, 0), \hat{j} = (0, 1, 0), \hat{k} = (0, 0, 1) \quad (3)$$

ワールド座標系  $O(X, Y, Z)$  に対して、各座標系上における各座標軸の単位ベクトルを以下のように定義する。

$$\hat{i}_N = (1, 0, 0), \hat{j}_N = (0, 1, 0), \hat{k}_N = (0, 0, 1) \quad (4)$$

$$\hat{u}_{LY} = (1, 0, 0), \hat{u}_{LY} = (0, 1, 0), \hat{u}_{LZ} = (0, 0, 1) \quad (5)$$

$$\hat{u}_{RY} = (1, 0, 0), \hat{u}_{RY} = (0, 1, 0), \hat{u}_{RZ} = (0, 0, 1) \quad (6)$$

【 0 0 0 7】

## 2. 頸部パラメータ、 の変化

図 1 2 は頸部座標系が  $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$  で、先に  $Y_N$  軸に対して 角度回転する時、各座標系の相対幾何関係である。図 1 3 は頸部座標系が  $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$  で、次に  $X_N$  軸に対して 角度回転する時、各座標系の相対幾何関係である。 、 角度の正負値の定義は右手の回転法則に基づき定義する。

座標回転の変換と回転順序には関連があるため、先に 角度の回転を行った後、さらに 角度の回転を行う。その結果は先に 角度の回転を行った後にさらに 角度の回転を行う結果とは異なる。よって、本発明中では、左、右眼像点座標  $L_L, R_L, L_R, R_R$  の回転順序を含むが、その中の一種の回転順序についてだけ記述し、その他の異なる順序については、計算方式が同一であるため記述しない。

ここでは座標軸、単位ベクトルの変化を明確に描写するため、垂直軸の回転に対して、頸部座標系は+ 角度の回転を行う。すなわち、頸部は左方へと回転する。水平軸の回転に対しては、頸部座標系は+ 角度の回転を行い、すなわち頸部は下方へと回転する。よって、左眼座標系  $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 、右眼座標系  $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$  のワールド座標系  $O(X, Y, Z)$  間に対する座標転換関係は以下の通りである。

【数 1 6】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R(\Theta, \Phi) \begin{pmatrix} X'_L \\ Y'_L \\ Z'_L \end{pmatrix} + O'_L \quad (7)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R(\Theta, \Phi) \begin{pmatrix} X'_R \\ Y'_R \\ Z'_R \end{pmatrix} + O'_R \quad (8)$$

10

内、

$$R(\Theta, \Phi) = \begin{pmatrix} \cos \Theta & \sin \Theta \sin \Phi & \sin \Theta \cos \Phi \\ 0 & \cos \Phi & -\sin \Phi \\ -\sin \Theta & \cos \Theta \sin \Phi & \cos \Theta \cos \Phi \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$O'_L = \begin{bmatrix} X'_{L0} \\ Y'_{L0} \\ Z'_{L0} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} H \sin \Theta \sin \Phi + \frac{S}{2} \cos \Theta \\ H \cos \Phi \\ H \cos \Theta \sin \Phi - \frac{S}{2} \sin \Theta \end{pmatrix} \quad (10)$$

20

$$O'_R = \begin{bmatrix} X'_{R0} \\ Y'_{R0} \\ Z'_{R0} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} H \sin \Theta \sin \Phi - \frac{S}{2} \cos \Theta \\ H \cos \Phi \\ H \cos \Theta \sin \Phi + \frac{S}{2} \sin \Theta \end{pmatrix} \quad (11)$$

30

で、またワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ に対して、左眼座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 、右眼座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ が頸部座標系 $O_N(X_N, Y_N, Z_N)$ の、角度の回転を経た後、各座標軸の単位ベクトル変化は以下の通りである。

【数 1 7】

$$\hat{u}_{LX}^* = \hat{u}_{RX}^* = R(\Theta, \Phi) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\hat{u}_{LY}^* = \hat{u}_{RY}^* = R(\Theta, \Phi) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\hat{u}_{LZ}^* = \hat{u}_{RZ}^* = R(\Theta, \Phi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

式(12)-(14)を展開すると、以下を得ることができる。

$$\hat{u}_{LX}^* = \hat{u}_{RX}^* = \cos \Theta \hat{i} - \sin \Theta \hat{k} \quad (15)$$

$$\hat{u}_{LY}^* = \hat{u}_{RY}^* = \sin \Theta \sin \Phi \hat{i} + \cos \Phi \hat{j} + \cos \Theta \sin \Phi \hat{k} \quad (16)$$

$$\hat{u}_{LZ}^* = \hat{u}_{RZ}^* = \sin \Theta \cos \Phi \hat{i} - \sin \Phi \hat{j} + \cos \Theta \cos \Phi \hat{k} \quad (17)$$

【 0 0 0 8】

### 3. 眼部パラメーター $\theta_L$ 、 $\theta_R$ の変化

図 1 4 は左、右眼座標系が  $\theta_L$ 、 $\theta_R$  角度の回転を行う時、左、右眼座標系の幾何変化関係である。 $\theta_L$ 、 $\theta_R$  角度の正負値は右手の回転法則に基づき定義する。座標軸、単位ベクトルの変化を明確に描写するため、垂直軸の回転に対して、左眼座標系は  $\theta_L$  角度の回転を行い、この例  $\theta_L < 0$  は負値で、右眼座標系は  $\theta_R$  角度の回転を行い、この例  $\theta_R > 0$  は正值で、すなわち左右両目は前方を凝視する。また、水平軸の回転に対して、両者は共に  $\phi$  角度の回転を行い、この例  $\phi < 0$  は負値で、すなわち左右両目は上方を凝視する。

よって、左眼座標系  $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$  のワールド座標系  $O(X, Y, Z)$  間に対する座標転換関係は以下の通りである。

10

20

30

【数 18】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{pmatrix} X_L^w \\ Y_L^w \\ Z_L^w \end{pmatrix} + O_L \quad (18)$$

ここで、

$$R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) = \begin{pmatrix} \cos \Theta & \sin \Theta \sin \Phi & \sin \Theta \cos \Phi \\ 0 & \cos \Phi & -\sin \Phi \\ -\sin \Theta & \cos \Theta \sin \Phi & \cos \Theta \cos \Phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta_L & \sin \theta_L \sin \varphi & \sin \theta_L \cos \varphi \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ -\sin \theta_L & \cos \theta_L \sin \varphi & \cos \theta_L \cos \varphi \end{pmatrix} \quad (19)$$

は計算式を簡単にするため、

$$R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) = \begin{pmatrix} R_{L11} & R_{L12} & R_{L13} \\ R_{L21} & R_{L22} & R_{L22} \\ R_{L31} & R_{L32} & R_{L33} \end{pmatrix} \quad (20)$$

式(19)を展開し、式(20)を代入し、以下を得ることができる。

$$R_{L11} = \cos \Theta \cos \theta_L - \sin \Theta \cos \Phi \sin \theta_L \quad (21)$$

$$R_{L12} = \cos \Theta \sin \theta_L \sin \varphi + \sin \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \sin \varphi \quad (22)$$

$$R_{L13} = \cos \Theta \sin \theta_L \cos \varphi - \sin \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \cos \varphi \quad (23)$$

$$R_{L21} = \sin \Phi \sin \theta_L \quad (24)$$

$$R_{L22} = \cos \Phi \cos \varphi - \sin \Phi \cos \theta_L \sin \varphi \quad (25)$$

$$R_{L23} = -\cos \Phi \sin \varphi - \sin \Phi \cos \theta_L \cos \varphi \quad (26)$$

$$R_{L31} = -\sin \Theta \cos \theta_L - \cos \Theta \cos \Phi \sin \theta_L \quad (27)$$

$$R_{L32} = -\sin \Theta \sin \theta_L \sin \varphi + \cos \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \sin \varphi \quad (28)$$

$$R_{L33} = -\sin \Theta \sin \theta_L \cos \varphi - \cos \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_L \cos \varphi \quad (29)$$

また、右眼座標系 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ のワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ 間に対する座標転換関係は以下の通りである。

【数 19】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{pmatrix} X_R \\ Y_R \\ Z_R \end{pmatrix} + O_R \quad (30)$$

ここで、

$$R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) = \begin{pmatrix} \cos \Theta & \sin \Theta \sin \Phi & \sin \Theta \cos \Phi \\ 0 & \cos \Phi & -\sin \Phi \\ -\sin \Theta & \cos \Theta \sin \Phi & \cos \Theta \cos \Phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta_R & \sin \theta_R \sin \varphi & \sin \theta_R \cos \varphi \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ -\sin \theta_R & \cos \theta_R \sin \varphi & \cos \theta_R \cos \varphi \end{pmatrix} \quad (31)$$

は計算式を簡単にするため、

$$R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) = \begin{pmatrix} R_{R11} & R_{R12} & R_{R13} \\ R_{R21} & R_{R22} & R_{R23} \\ R_{R31} & R_{R32} & R_{R33} \end{pmatrix} \quad (32)$$

式(31)を展開し、式(32)を代入し、以下を得ることができる。

$$R_{R11} = \cos \Theta \cos \theta_R - \sin \Theta \cos \Phi \sin \theta_R \quad (33)$$

$$R_{R12} = \cos \Theta \sin \theta_R \sin \varphi + \sin \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \sin \varphi \quad (34)$$

$$R_{R13} = \cos \Theta \sin \theta_R \cos \varphi - \sin \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \sin \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \cos \varphi \quad (35)$$

$$R_{R21} = \sin \Phi \sin \theta_R \quad (36)$$

$$R_{R22} = \cos \Phi \cos \varphi - \sin \Phi \cos \theta_R \sin \varphi \quad (37)$$

$$R_{R23} = -\cos \Phi \sin \varphi - \sin \Phi \cos \theta_R \cos \varphi \quad (38)$$

$$R_{R31} = -\sin \Theta \cos \theta_R - \cos \Theta \cos \Phi \sin \theta_R \quad (39)$$

$$R_{R32} = -\sin \Theta \sin \theta_R \sin \varphi + \cos \Theta \sin \Phi \cos \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \sin \varphi \quad (40)$$

$$R_{R33} = -\sin \Theta \sin \theta_R \cos \varphi - \cos \Theta \sin \Phi \sin \varphi + \cos \Theta \cos \Phi \cos \theta_R \cos \varphi \quad (41)$$

また、ワールド座標系に対して、左眼座標系上の座標軸単位ベクトルの変化は以下の通りである。

【数 2 0】

$$\hat{u}_{LX}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{LXi}^{\sim} \\ u_{LXj}^{\sim} \\ u_{LXk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{L11} \\ R_{L21} \\ R_{L31} \end{bmatrix} \quad (42)$$

$$\hat{u}_{LY}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{LYi}^{\sim} \\ u_{LYj}^{\sim} \\ u_{LYk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{L12} \\ R_{L22} \\ R_{L32} \end{bmatrix} \quad (43)$$

$$\hat{u}_{LZ}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{LZi}^{\sim} \\ u_{LZj}^{\sim} \\ u_{LZk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{L13} \\ R_{L23} \\ R_{L33} \end{bmatrix} \quad (44)$$

また、ワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ に対して、右眼座標系上の座標軸単位ベクトルの変化は以下の通りである。

【数 2 1】

$$\hat{u}_{RX}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{RXi}^{\sim} \\ u_{RXj}^{\sim} \\ u_{RXk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{R11} \\ R_{R21} \\ R_{R31} \end{bmatrix} \quad (45)$$

$$\hat{u}_{RY}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{RYi}^{\sim} \\ u_{RYj}^{\sim} \\ u_{RYk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{R12} \\ R_{R22} \\ R_{R32} \end{bmatrix} \quad (46)$$

$$\hat{u}_{RZ}^{\sim} = \begin{bmatrix} u_{RZi}^{\sim} \\ u_{RZj}^{\sim} \\ u_{RZk}^{\sim} \end{bmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{R13} \\ R_{R23} \\ R_{R33} \end{bmatrix} \quad (47)$$

【0009】

## 4. 視点の計算

図14はワールド座標系 $O(X, Y, Z)$ に対して、左、右眼座標系 $O_L(X_L, Y_L, Z_L)$ 、 $O_R(X_R, Y_R, Z_R)$ が視点パラメータ $(\theta_L, \theta_R, \theta_V, S)$ 回転定位後(注、ここでの例は $\theta_L < 0$ 、 $\theta_R > 0$ 、 $\theta_V < 0$ )に、左視軸 $Z_L$ と右視軸 $Z_R$ が交わる点で、すなわち視点 $V(X_V, Y_V, Z_V)$ である。よって、視点 $V$ の位置 $(X_V, Y_V, Z_V)$ は視点パラメータ $(\theta_L, \theta_R, \theta_V, S)$ により決定し、その計算は以下の通りである。

10

20

30

40

## 【数 2 2】

左視軸  $Z_L^*$  上において、左視軸に平行な左視点ベクトル  $\overline{O_L^*V^*}$  を定義する。

$$\overline{O_L^*V^*} = (X - X_{L0}^*, Y - Y_{L0}^*, Z - Z_{L0}^*) \quad (48)$$

右視軸  $Z_R^*$  上において、右視軸に平行な右視点ベクトル  $\overline{O_R^*V^*}$  を定義する。

$$\overline{O_R^*V^*} = (X - X_{R0}^*, Y - Y_{R0}^*, Z - Z_{R0}^*) \quad (49)$$

左、右視点ベクトル  $\overline{O_L^*V^*}$ 、 $\overline{O_R^*V^*}$  と視軸単位ベクトル  $\hat{u}_{LZ}^*$ 、 $\hat{u}_{RZ}^*$

は平行の幾何関係を備えるため、よって以下のようになり、

$$\hat{u}_{LZ}^* \times \overline{O_L^*V^*} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ R_{L13} & R_{L23} & R_{L33} \\ X - X_{L0}^* & Y - Y_{L0}^* & Z - Z_{L0}^* \end{vmatrix} = 0 \quad (50)$$

$$\hat{u}_{RZ}^* \times \overline{O_R^*V^*} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ R_{R13} & R_{R23} & R_{R33} \\ X - X_{R0}^* & Y - Y_{R0}^* & Z - Z_{R0}^* \end{vmatrix} = 0 \quad (51)$$

式(50)により展開後、以下を得ることができる。

## 【数 2 3】

$$Z = \frac{R_{L33}}{R_{L23}}(Y - Y_{L0}^*) + Z_{L0}^* \quad (52)$$

$$X = \frac{R_{L13}}{R_{L33}}(Z - Z_{L0}^*) + X_{L0}^* \quad (53)$$

$$Y = \frac{R_{L23}}{R_{L13}}(X - X_{L0}^*) + Y_{L0}^* \quad (54)$$

式(51)により展開後、以下を得ることができる。

$$Z = \frac{R_{R33}}{R_{R23}}(Y - Y_{R0}^*) + Z_{R0}^* \quad (55)$$

$$X = \frac{R_{R13}}{R_{R33}}(Z - Z_{R0}^*) + X_{R0}^* \quad (56)$$

$$Y = \frac{R_{R23}}{R_{R13}}(X - X_{R0}^*) + Y_{R0}^* \quad (57)$$

左、右視軸は視点  $V(X_V, Y_V, Z_V)$  において交差するため、式(52)~(54)と式(55)~(57)は共に

10

20

30

40

50

$X=X_V$  ;  $Y=Y_V$  ;  $Z=Z_V$  の解を備える。よって、

【数 2 4】

式(52)= 式(55)により以下を得ることができる。

$$Y_V = \frac{\frac{R_{L33}}{R_{L23}}}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} - \frac{R_{R33}}{R_{R23}}} Y_{L0} - \frac{\frac{R_{R33}}{R_{L33}}}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} - \frac{R_{R33}}{R_{R23}}} Y_{R0} + \frac{Z_{R0} - Z_{L0}}{\frac{R_{L33}}{R_{L23}} - \frac{R_{R33}}{R_{R23}}} \quad (58)$$

10

式(53)= 式(56)により以下を得ることができる。

$$Z_V = \frac{\frac{R_{L13}}{R_{L33}}}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} - \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} Z_{L0} - \frac{\frac{R_{R13}}{R_{L13}}}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} - \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} Z_{R0} + \frac{X_{R0} - X_{L0}}{\frac{R_{L13}}{R_{L33}} - \frac{R_{R13}}{R_{R33}}} \quad (59)$$

20

式(54)= 式(57) により以下を得ることができる。

$$X_V = \frac{\frac{R_{L23}}{R_{L13}}}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} - \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} X_{L0} - \frac{\frac{R_{R23}}{R_{L23}}}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} - \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} X_{R0} + \frac{Y_{R0} - Y_{L0}}{\frac{R_{L23}}{R_{L13}} - \frac{R_{R23}}{R_{R13}}} \quad (60)$$

【数 2 5】

30

また、視中心軸ベクトルを  $\overline{O_H V}$  と定義し、その角度を以下のように定義する。

$$\theta_M = \cos^{-1} \left( \frac{\overline{O_H V} - (\overline{O_H V} \square \hat{j}_N) \hat{j}_N}{\left\| \overline{O_H V} - (\overline{O_H V} \square \hat{j}_N) \hat{j}_N \right\|} \right) \cdot \frac{\pi}{2} \quad (61)$$

また、視軸収束角度 (Convergence Angle) を以下のように定義する。

40

$$\theta_C = \theta_R - \theta_L \quad (62)$$

一般に、両眼が正前方を凝視する時、以下の幾何関係が存在する。

$$\theta_M = 0 ; \quad -\theta_L = \theta_R = \theta_0 > 0 ; \quad \theta_C = 2\theta_R = 2\theta_0 \quad (63)$$

【 0 0 1 0 】

50

## 5. 物点の計算

図 1 5 は、視点  $V(X_V, Y_V, Z_V)$  付近において存在する物点  $P(X_P, Y_P, Z_P)$  である。該物点が左右眼座標系上において写像する位置は左像点  $I_L(x_L, y_i, 0)$ 、右像点  $I_R(x_R, y_i, 0)$  である。よって、物点  $P$  の位置  $(X_P, Y_P, Z_P)$  は視点パラメータ  $(\Theta, \Phi, \theta_L, \theta_R, S, f)$  及び写像位置  $(x_L, x_R, y_i)$  により決定する。その計算は以下の通りである。

式 (10)、(18) の座標変換に基づき、左像点の世界座標系上における座標を以下のように得ることができる。

【数 2 6】

$$I_L = \begin{bmatrix} X_{IL} \\ Y_{IL} \\ Z_{IL} \end{bmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} x_L \\ y_i \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{L0}^* \\ Y_{L0}^* \\ Z_{L0}^* \end{bmatrix} \quad (64)$$

10

また、式 (11)、(30) の座標変換に基づき、右像点の世界座標系上における座標を以下のように得ることができる。

【数 2 7】

$$I_R = \begin{bmatrix} X_{IR} \\ Y_{IR} \\ Z_{IR} \end{bmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} x_R \\ y_i \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{R0}^* \\ Y_{R0}^* \\ Z_{R0}^* \end{bmatrix} \quad (65)$$

20

ここで、 $Y_{IL} = Y_{IR}$  である。

また、左右水眼晶体の中心点  $F_L$ 、 $F_R$  の左右眼座標系上の座標は共に  $(0, 0, f)$  で、ワールド座標系上での座標は以下の通りである。

【数 2 8】

$$F_L = \begin{bmatrix} X_{FL} \\ Y_{FL} \\ Z_{FL} \end{bmatrix} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{L0}^* \\ Y_{L0}^* \\ Z_{L0}^* \end{bmatrix} \quad (66)$$

30

$$F_R = \begin{bmatrix} X_{FR} \\ Y_{FR} \\ Z_{FR} \end{bmatrix} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{R0}^* \\ Y_{R0}^* \\ Z_{R0}^* \end{bmatrix} \quad (67)$$

物点  $P$ 、左右水眼晶体の中心点  $F_L$ 、 $F_R$  と左右像点  $I_L$ 、 $I_R$  の線形幾何光学の特性を利用し、物点  $P$  の世界座標  $(X_P, Y_P, Z_P)$  を以下のように求めることができる。

40

## 【数 2 9】

式(66)から式(64)を減じ、左像点ベクトル $\overline{I_L F_L}$ を得ることができる。

$$\overline{I_L F_L} = R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} -x_L \\ -y_i \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13} \\ -R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23} \\ -R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33} \end{bmatrix} \quad (68)$$

$\overline{F_L P}$ 方向上において、 $\overline{F_L P}$ に平行な左物点ベクトル $\overline{F_L P}$ を以下の通り定義する。

$$\overline{F_L P} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} - R_L(\Theta, \Phi, \theta_L, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_{L0}^* \\ Y_{L0}^* \\ Z_{L0}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X - fR_{L13} - X_{L0}^* \\ Y - fR_{L23} - Y_{L0}^* \\ Z - fR_{L33} - Z_{L0}^* \end{bmatrix} \quad (69)$$

写像は線形幾何光学の制限を受けるため、左像点ベクトル $\overline{I_L F_L}$ と左物点ベクトル

$\overline{F_L P}$ は同方向を示す必要があり、よって以下を得ることができる。

## 【数 3 0】

$$\overline{I_L F_L} \times \overline{F_L P} = \begin{bmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13} & -R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23} & -R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33} \\ X - fR_{L13} - X_{L0}^* & Y - fR_{L23} - Y_{L0}^* & Z - fR_{L33} - Z_{L0}^* \end{bmatrix} \\ = 0 \quad (70)$$

式(70)を展開すると三軸方向上においてすべてゼロベクトルであるため、3個の方程式を以下の通り得ることができる。

$$Z = \frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} (Y - fR_{L23} - Y_{L0}^*) + fR_{L33} + Z_{L0}^* \quad (71)$$

$$X = \frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} (Z - fR_{L33} - Z_{L0}^*) + fR_{L13} + X_{L0}^* \quad (72)$$

$$Y = \frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} (X - fR_{L13} - X_{L0}^*) + fR_{L23} + Y_{L0}^* \quad (73)$$

## 【数 3 1】

また、式(67)から式(65)を減じ、右像点ベクトル $\overline{I_R F_R}$ を得ることができる。

$$\overline{I_R F_R} = R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} -x_R \\ -y_i \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13} \\ -R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23} \\ -R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33} \end{bmatrix} \quad (74)$$

$\overline{F_R P}$ 方向上において、 $\overline{F_R P}$ に平行な右物点ベクトル $\overline{F_R P^*}$ を以下のように定義する。

$$\overline{F_R P^*} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} - R_R(\Theta, \Phi, \theta_R, \varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_{R0}^* \\ Y_{R0}^* \\ Z_{R0}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X - fR_{R13} - X_{R0}^* \\ Y - fR_{R23} - Y_{R0}^* \\ Z - fR_{R33} - Z_{R0}^* \end{bmatrix} \quad (75)$$

## 【数 3 2】

写像は線形幾何光学の制限を受けるため、右像点ベクトル $\overline{I_R F_R}$ と右物点ベクトル

$\overline{F_R P^*}$ は同方向を示す必要があり、よって以下を得ることができる。

$$\overline{I_R F_R} \times \overline{F_R P^*} =$$

$$\begin{bmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13} & -R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23} & -R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33} \\ X - fR_{R13} - X_{R0}^* & Y - fR_{R23} - Y_{R0}^* & Z - fR_{R33} - Z_{R0}^* \end{bmatrix} = 0 \quad (76)$$

式(76)を展開すると三軸方向上においてすべてゼロベクトルであるため、3個の方程式を以下の通り得ることができる。

【数 3 3】

$$Z = \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}(Y - fR_{R23} - Y_{R0}^*) + fR_{R33} + Z_{R0}^* \quad (77)$$

$$X = \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}(Z - fR_{R33} - Z_{R0}^*) + fR_{R13} + X_{R0}^* \quad (78)$$

$$Y = \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}(X - fR_{R13} - X_{R0}^*) + fR_{R23} + Y_{R0}^* \quad (79)$$

10

左物点ベクトル  $\overline{F_L P}$ 、右物点ベクトル  $\overline{F_R P}$  は物点 P( $X_p, Y_p, Z_p$ ) において交差するため、

式(71)～(73)と式(77)～(79)は共に  $X=X_p; Y=Y_p; Z=Z_p$  の解を備える。よって、式(71)=式(77)により、以下を得ることができる。

【数 3 4】

$$\begin{aligned}
Y_P = & \frac{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}(fR_{L23} + Y'_{L0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}} - \frac{\frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}(fR_{R23} + Y'_{R0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}} \\
& + \frac{(fR_{R33} + Z'_{R0}) - (fR_{L33} + Z'_{L0})}{\frac{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}} - \frac{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}}
\end{aligned}
\tag{80}$$

10

式(72)= 式(78)により以下を得ることができる。

$$\begin{aligned}
Z_P = & \frac{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}}(fR_{L33} + Z'_{L0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}} - \frac{\frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}(fR_{R33} + Z'_{R0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}} \\
& + \frac{fR_{R13} + X'_{R0} - (fR_{L13} + X'_{L0})}{\frac{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}{-R_{L31}x_L - R_{L32}y_i + fR_{L33}} - \frac{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}{-R_{R31}x_R - R_{R32}y_i + fR_{R33}}}
\end{aligned}
\tag{81}$$

20

式(73)= 式(79) により以下を得ることができる。

$$\begin{aligned}
X_P = & \frac{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}}(fR_{L13} + X'_{L0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}} - \frac{\frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}(fR_{R13} + X'_{R0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}} \\
& + \frac{fR_{R23} + Y'_{R0} - (fR_{L23} + Y'_{L0})}{\frac{-R_{L21}x_L - R_{L22}y_i + fR_{L23}}{-R_{L11}x_L - R_{L12}y_i + fR_{L13}} - \frac{-R_{R21}x_R - R_{R22}y_i + fR_{R23}}{-R_{R11}x_R - R_{R12}y_i + fR_{R13}}}
\end{aligned}
\tag{82}$$

30

【 0 0 1 1 】

6. 物点追跡の計算

明確に空間を認知し、物点の遠近及び位置を判別するため、ヒトは両目の視線を絶えず移動させ、物点追跡の目的を達成しなければならない。物点追跡範囲の大きさに基づき、小角度物点追跡と大角度物点追跡に分けることができる。小角度物点追跡は視点に比較的近い物点に対して、眼球の転動を利用するだけで(  $\theta_L, \theta_R$  )を変化させることができるため、比較的小さな角度で視点を改変し、視点を物点の位置に移動させる。一方、大角度物点追跡は視点に比較的遠い物点に対して、頸部の転動と眼球の転動を利用し、最良の視点パラメーター(  $\theta_L, \theta_R, \theta_{L'}, \theta_{R'}$  )を再設定し、物点追跡の目的を達成するものである。通常、ヒトは無意識に眼球と頸部の角度を同時に調整しており、すなわち(  $\theta_L, \theta_R, \theta_{L'}, \theta_{R'}$  )で、こうして視点は最も注意を向ける必要のある物点上に留まり続け、物点の遠近、位置を判別する目的を達成する。

40

小角度物点追跡の計算

図 1 6 は小角度物点追跡の指示図である。

50

前記のように、視点に比較的近い物点に対するその物点追跡の方法は、(  $L, R$  ) 眼球の角度を変えることにより、左右眼視軸の方向を転動させ、物点追跡の目的を達成する。よって、左右眼新視軸方向

【数 3 5】

$\hat{u}_{LZ}^{new}$ 、 $\hat{u}_{RZ}^{new}$  と原視点視軸  $\hat{u}_{LZ}^{old}$ 、 $\hat{u}_{RZ}^{old}$  の差異を計算すれば、視軸が改変させる必要がある角度、すなわち  $\Delta \theta_L$ 、 $\Delta \theta_R$ 、 $\Delta \phi$  を求めることができる。

先ず、左右眼新視軸単位ベクトル  $\hat{u}_{LZ}^{new}$ 、 $\hat{u}_{RZ}^{new}$  を以下の計算により求める。

10

$$\hat{u}_{LZ}^{new} = \frac{\overline{O_L^* P}}{\|O_L^* P\|} \quad (83)$$

$$\hat{u}_{RZ}^{new} = \frac{\overline{O_R^* P}}{\|O_R^* P\|} \quad (84)$$

計算式と説明を簡単にするため、 $\hat{u}_{LZ}^{new}$ 、 $\hat{u}_{RZ}^{new}$  を垂直と水平の両分量に分解し、以下のよう

20

に定義する。

$$\hat{u}_{LZ}^{new} \Big|_{\perp} = (\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) \hat{u}_{LY}^{old} ; \hat{u}_{LZ}^{new} \Big|_{\square} = \hat{u}_{LZ}^{new} - (\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) \hat{u}_{LY}^{old} \quad (85)$$

$$\hat{u}_{RZ}^{new} \Big|_{\perp} = (\hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RY}^{old}) \hat{u}_{RY}^{old} ; \hat{u}_{RZ}^{new} \Big|_{\square} = \hat{u}_{RZ}^{new} - (\hat{u}_{RZ}^{new} \square \hat{u}_{RY}^{old}) \hat{u}_{RY}^{old} \quad (86)$$

垂直方向上視点の追跡

30

【数 3 6】

垂直方向上視点の追跡は、旧視軸に比較し、新視軸  $\hat{u}_{LZ}^{new}$  の垂直方向上における  $\Delta \phi$  の計算を指す。前記のように、人の眼の視差の特徴は、垂直方向上においては左右眼の視軸角度は一致するため、その内の片方の眼の角度を計算するだけで良い。その計算は以下の通りである。

$$\Delta \phi = \cos^{-1}(\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) - \pi/2 \quad (87)$$

40

(1) 視点の上方への追跡 (  $\Delta \phi < 0$  )

【数 3 7】

ワールド座標において、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  が視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  より高い時には、 $Z_p > Z_v$  で、 $\cos(\hat{u}_{LZ}^{new} \square \hat{u}_{LY}^{old}) > 0$  である。よって、 $\hat{u}_{LZ}^{new}$  と  $\hat{u}_{LY}^{old}$  の挟角は  $\pi/2$  以下であるため、 $\Delta \phi < 0$  を得ることができる。

50

(2) 視点の下方への追跡 (  $\theta > 0$  )

【数 3 8】

また、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  が視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  より低い時には、 $Z_p < Z_v$  で、

$\cos(\hat{u}_{LZ}^{new} \hat{u}_{LY}^{**}) < 0$  である。よって、 $\hat{u}_{LZ}^{new}$  と  $\hat{u}_{LY}^{**}$  の挟角は  $\pi/2$  以上であるため、 $\Delta \phi > 0$  を得ることができる。

水平方向における視点の追跡

【数 3 9】

水平方向における視点の改変量は  $\hat{u}_{LZ}^{new}$  と  $\hat{u}_{LZ}^{**}$  の挟角により  $\Delta \theta_L$  を得て、 $\hat{u}_{RZ}^{new}$  と  $\hat{u}_{RZ}^{**}$  の挟角により  $\Delta \theta_R$  を得る。その計算は以下の通りである。

$$\Delta \theta_L = \cos^{-1} \frac{(\hat{u}_{LZ}^{new} | \hat{u}_{LZ}^{**})}{\sqrt{(\hat{u}_{LZ}^{new} | \hat{u}_{LZ}^{new})(\hat{u}_{LZ}^{**} | \hat{u}_{LZ}^{**})}} \quad (88)$$

$$\Delta \theta_R = \cos^{-1} \frac{(\hat{u}_{RZ}^{new} | \hat{u}_{RZ}^{**})}{\sqrt{(\hat{u}_{RZ}^{new} | \hat{u}_{RZ}^{new})(\hat{u}_{RZ}^{**} | \hat{u}_{RZ}^{**})}} \quad (89)$$

ここにおける仮定条件は小角度物点追跡であるため、 $\theta_L$  と  $\theta_R$  の角度変化には限界があり、三角関数  $\cos \theta_L$ 、或いは  $\cos \theta_R$  の値に対しては、該角度  $\theta_L$ 、 $\theta_R$  の正負は共に最終的に正值を得る。よって、 $\theta_L$ 、 $\theta_R$  の正負値は、図 1 6 に示すように、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  と原視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  の相対位置に基づき決定する必要があり、以下のように 4 類に分類される。

(3) 視点の右方への追跡 (  $\theta_L < 0$  しかも  $\theta_R < 0$  )

【数 4 0】

ワールド座標系において、 $\overrightarrow{O_L V} \times \overrightarrow{O_L P} \hat{u}_{LY}^{**} < 0$  で、しかも  $\overrightarrow{O_R V} \times \overrightarrow{O_R P} \hat{u}_{RY}^{**} < 0$  である幾何関係が存在する時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  右方にあると見なすことができる。よって右記のように確定される。 $\Delta \theta_L < 0$  しかも  $\Delta \theta_R < 0$ 。

(4) 視点の左方への追跡 (  $\theta_L > 0$  しかも  $\theta_R > 0$  )

【数 4 1】

ワールド座標系において  $\overrightarrow{O_L V} \times \overrightarrow{O_L P} \hat{u}_{LY}^{**} > 0$  で、しかも  $\overrightarrow{O_R V} \times \overrightarrow{O_R P} \hat{u}_{RY}^{**} > 0$  である幾何関係が存在する時、物点  $P(X_p, Y_p, Z_p)$  は視点  $V(X_v, Y_v, Z_v)$  左方にあると見なすことができる。よって右記のように確定される。 $\Delta \theta_L > 0$  しかも  $\Delta \theta_R > 0$ 。

(5) 視点の近距離への追跡 (  $\theta_L < 0$  しかも  $\theta_R > 0$  )

10

20

30

40

【数 4 2】

ワールド座標系において、 $\overline{O_L^*V} \times \overline{O_L^*P} \hat{u}_{LY}^m < 0$  で、しかも  $\overline{O_R^*V} \times \overline{O_R^*P} \hat{u}_{RY}^m > 0$  である幾何関係が存在する時、物点 P ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) は視点 V ( $X_v, Y_v, Z_v$ ) 前方にあると見なすことができる。よって右記のように確定される。  $\Delta \theta_L < 0$  しかも  $\Delta \theta_R > 0$ 。

(6) 視点の遠距離への追跡 (  $L > 0$  しかも  $R < 0$  )

【数 4 3】

ワールド座標系において、 $\overline{O_L^*V} \times \overline{O_L^*P} \hat{u}_{LY}^m > 0$  で、しかも  $\overline{O_R^*V} \times \overline{O_R^*P} \hat{u}_{RY}^m < 0$  である幾何関係が存在する時、物点 P ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) は視点 V ( $X_v, Y_v, Z_v$ ) 後方にあると見なすことができる。よって右記のように確定される。  $\Delta \theta_L > 0$  しかも  $\Delta \theta_R < 0$ 。

10

よって、式 (87) ~ (89) に基づき、新視点パラメータは以下ようになる。

$$(\theta_L^{New}, \theta_R^{New}, \phi^{New}, \psi^{New}, \gamma^{New}, S^{New}) = (\theta_L + \Delta\theta_L, \theta_R + \Delta\theta_R, \phi, \psi, \gamma, S) \tag{90}$$

【数 4 4】

また、視中心軸ベクトルは  $\overline{O_H^*V}$  から  $\overline{O_H^*P}$  に変化し、その新しい視中心角度の計算は以下の通りである。

20

$$\theta_M^{New} = \cos^{-1} \left( \frac{\overline{O_H^*P} - (\overline{O_H^*P} \cdot \hat{j}_N^*) \hat{j}_N^*}{\|\overline{O_H^*P} - (\overline{O_H^*P} \cdot \hat{j}_N^*) \hat{j}_N^*\|} \cdot \hat{j}_N^* \right) - \frac{\pi}{2} \tag{91}$$

大角度物点追跡の計算

図 1 7、1 8 は大角度物点追跡の指示図である。

前記のように、視点より遠い物点に対しては、頸部の転動と眼球の転動を通して、 $(\theta_L, \theta_R)$  を変更し、物点追跡の目的を達成することができる。通常、視点より遠い物点に対するその物点追跡の方法は、先ず頸部パラメータ  $(\theta_L, \theta_R)$  を調整し、視中心線を

30

【数 4 5】

$\overline{O_H^*P}$  とし、 $\overline{O_H^*P} \perp \hat{j}_N^*$  の姿勢により物点に焦点を合わせる。よって、先ず頸部座標系を

$\Theta^{New}$  角度の水平回転を行い、物点 P ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) を頸部座標系  $Y_N^* - Z_N^*$  平面上に位置させる。

この後、頸部座標系を  $\Phi^{New}$  角度の垂直回転を行い、視中心線を  $\overline{O_H^*P} \perp \hat{j}_N^*$  の姿勢により物

40

点 P ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) に焦点を合わせる。頸部座標系  $O_N^*$  上において、物点 P の座標は ( $X_p, Y_p, Z_p$ )

である。よって、 $X_N^*$  軸上において、物点 P の座標は  $X_p = 0$  で、 $Y_N^*$  軸上において物点 P

の座標は  $Y_p = H$  である。  $\Theta^{New}$  と  $\Phi^{New}$  の計算は以下の通りである。

【数 4 6】

$$\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \Theta & 0 & -\sin \Theta \\ \sin \Theta \sin \Phi & \cos \Phi & \cos \Theta \sin \Phi \\ \sin \Theta \cos \Phi & -\sin \Phi & \cos \Theta \cos \Phi \end{pmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} X_p \cos \Theta - Z_p \sin \Theta \\ X_p \sin \Theta \sin \Phi + Y_p \cos \Phi + Z_p \cos \Theta \sin \Phi \\ X_p \sin \Theta \cos \Phi - Y_p \sin \Phi + Z_p \cos \Theta \cos \Phi \end{bmatrix} \quad (92)$$

10

$$\therefore \Theta^{New} = \tan^{-1} \left( \frac{X_p}{Z_p} \right) \quad (93)$$

$$(X_p \sin \Theta^{New} + Z_p \cos \Theta^{New}) \sin \Phi^{New} + Y_p \cos \Phi^{New} = H \quad (94)$$

【数 4 7】

頸部の新しいパラメーター( $\Theta^{New}$ 、 $\Phi^{New}$ )を決定後、眼球転動の新パラメーター( $\theta_L^{New}$ 、 $\theta_R^{New}$ 、 $\phi^{New}$ )を決定することができる。視中心線 $\overline{O_H P}$ は既に物点P( $X_p, Y_p, Z_p$ )に対して焦点を合わせているため、眼球転動の新パラメーターは以下の関係を備える。

20

$$-\theta_L^{New} = \theta_R^{New} = \theta^{New}, \quad \phi^{New} = 0 \quad (95)$$

$$\theta^{New} = \frac{1}{2} \sin^{-1} \left( \frac{\overline{O_L P} \times \overline{O_R P}}{\|\overline{O_L P}\| \|\overline{O_R P}\|} \right) \quad (96)$$

30

別に式(63)に基づき、新しい視中心角度は以下のようになる。

$$\theta_M^{New} = 0 \quad (97)$$

【発明の効果】

【0012】

上記のように、本発明は人の眼の空間認知に対する視差原理に基づき、点光源及び視空間点認知装置の利用を通して、該点光源の物点座標、及び該視空間点認知装置の視点座標を測ることができる。こうして視空間点光源位置認知の目的を達成する。また、該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成する。同時に、該視空間点認知装置は外部新視点の座標を受け入れることができ、これにより視点の位置を再設定し、視点リセットの目的を達成する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

第一実施例

図19は本発明第一実施例方法構成の指示図である。

本発明視空間点認知方法100の第一実施例は主に、点光源101、及び視空間点認知装置105により構成する。

50

該点光源101は主動の点光源により構成し、該光源は可視光、或いは非可視光102を發散することができ、または受動の点光源で、該光源は光の反射体で、他の光源の光を反射可能である。

該視空間点認知装置105は該点光源101が發散する光102を受け取り、一組の該視空間点認知装置105の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )190を出力し、及び該点光源101の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )191を出力する。また、該視空間点認知装置105は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成する。同時に、該視空間点認知装置105は外部の新視点視空間座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )192を受け取り、これにより視点の位置を再設定し、該視空間点認知装置105視点リセットの目的を達成する。

10

#### 【0014】

図20は本発明第一実施例の視空間点認知装置構成の指示図である。

本発明第一実施例中の視空間点認知装置105は主に視差像取り込み装置110、及び視空間点演算装置170により構成する。

該視差像取り込み装置110は該点光源101が發出する光102を受け取った後、一組の視点パラメータ信号( $\theta_L, \theta_R, \theta_i, S, f$ )150を出力可能で、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える左、右2D影像信号158を出力可能である。また、該視差像取り込み装置110は該視空間点演算装置170が出力する一組の新視点パラメータ信号

( $\theta_L^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を受け取り、これに基づき該視差像取り込み装置110視点の位置を改変することができる。該視空間点演算装置170は該視点パラメータ信号( $\theta_L, \theta_R, \theta_i, S, f$ )150、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える一対の左、右2D影像信号158を受け取り後、公式(58)、(59)、(60)に基づき、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )190を計算並びに出力することができる。別に、公式(80)、(81)、(82)に基づき、該点光源101の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )191を演算し並びに出力することができる。同時に、公式(87)、(88)、(89)、(90)に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $\theta_L^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を計算並びに出力可能で、小角度物点追跡の目的を達成する。別に、公式(93)、(94)、(95)、(96)に基づき、新視点パラメータ信号

20

( $\theta_L^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を計算並びに出力可能で、大角度物点追跡の目的を達成する。また、該視空間点演算装置170は外部の新視点視空間座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )192を受け取り、公式(93)、(94)、(95)、(96)に基づき、但し( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を式中の( $X_P, Y_P, Z_P$ )に入れ替え、もう一組の新視点パラメータ信号153( $\theta_L^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}, f^{New}$ )を演算し、後に該信号を強制的に出力し、視点リセットの目的を達成する。

30

#### 【0015】

図21は本発明第一実施例の視差像取り込み装置構成の指示図である。

本発明第一実施例の視差像取り込み装置110は主に一対の左、右撮影機120、130、一組の視点定位機構装置140、視点読み取り装置151、視点設定装置154及び一対の左、右2D影像記憶及び出力装置157により構成する。

該左、右撮影機120、130は該視点定位機構装置140の上に装置し、該点光源101が發散する光102を受け取り後、一対の左、右2D影像信号156を個別に出力することができる。

40

該左、右2D影像記憶及び出力装置157は該左、右2D影像信号156を受け取り後、一対の左、右2D影像信号158を保存並びに出力することができる。

該視点定位機構装置140は多数の回転、位置移動等機械の構造で、アクチュエーター(Actuator)、及び定位器(Positioning Sensor)により構成し(注：構成が複雑で図示が困難で、かつ一般的に常用される公知のパーツであるため、ここでは詳述しない)、該左、右撮影機120、130を固定、積載、回転、及び移動可能で、また、視点駆動制御信号155の受信を通して、すべてのアクチュエーターを駆動することができ、該左、右撮影機120、130光軸(すなわち、視軸)方向を改変及び再設定可能で、こうして視差像取り込み装置視点位置の改変及び再設定の目的を達成することができる。該視点読み取り装置151は該視点定位機

50

構装置140上のすべての定位器のデータ及び撮影機焦点距離のデータ152を読み取り可能で、視点パラメータ値に転換後、視点パラメータ信号

( $x_L, x_R, y_L, y_R, S, f$ )150を出力する。また、該視点設定装置154は新視点パラメータ信号( $x_L^{New}, x_R^{New}, y_L^{New}, y_R^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を受け取り、該信号153を視点駆動制御信号155に転換後、該信号155を出力する。よって、該視点定位機構装置140は視点設定装置154が出力する新視点駆動制御信号155を受け取り、すべてのアクチュエーターの駆動を制御する目的を達成し、こうして視点変更の目的を達成する。

#### 【0016】

図22は本発明第一実施例の左、右撮影機構成の指示図である。

本発明第一実施例中の左、右撮影機120、130は主に光学フィルター121、自動微調整可能な2D絞り122、オートフォーカス可能な2Dレンズ組123、及び2D影像センサー124により構成する。

該光学フィルター121は該点光源波長以外の光源をろ過可能である。

該自動微調整可能な2D絞り122は円型の孔とすることができ、その孔の孔径は制御微調整可能である。

該オートフォーカス可能な2Dレンズ組123は水平及び垂直方向2Dフォーカス能力を備えるレンズ組で、その焦点距離をオートフォーカス並びに出力可能である。

該左撮影機120上において該2D影像センサー124は一般的に公知のCCD或いはCMOSにより構成し、視差信号( $x_L, y_L$ )を備える左2D影像信号156を出力することができる。また、該右撮影機130は一般的に公知のCCD或いはCMOSにより構成し、視差信号( $x_R, y_R$ )を備える右2D影像信号156を出力することができる。

#### 【0017】

図23は本発明第一実施例の視空間点演算装置構成の指示図である。

本発明第一実施例中の視空間点演算装置170は主に2個の電子インターフェース171及び181、及び演算プログラム装置172により構成する。

該電子インターフェース171は一般のデジタル入力/出力ポート、ADC、DAC等電子パーツにより構成し、該視差像取り込み装置に連結し、該視点パラメータ信号

( $x_L, x_R, y_L, y_R, S, f$ )150、視差信号( $x_L, x_R, y_L, y_R$ )を備える一対の左、右2D影像信号158を読み取ることができる。また、一組の新視点パラメータ信号( $x_L^{New}, x_R^{New}, y_L^{New}, y_R^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を出力可能である。

該電子インターフェース181は一般の有線或いは無線のRS232、USB、ネットワーク等標準伝送インターフェースにより構成し、外部の他の装置に連結し、該標準伝送インターフェースを通して新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )192を読み取り、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )190を出力し、及び該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )191を出力する。

該演算プログラム装置172は一般のマイクロプロセッサ、DSP、記憶装置により構成するマイクロコンピュータで、該記憶装置中には演算ロジックプログラム173を装置する。該演算ロジックプログラム173は入力された該視点パラメータ信号( $x_L,$

$x_R, y_L, y_R, S, f$ )150、及び視差信号( $x_L, x_R, y_L, y_R$ )を備える一対の左、右2D影像信号158に基づき、該2D影像信号158の処理に対して、該演算ロジックプログラム173は該2D影像センサー124上影像の最亮点を探し出すことができ、左右像点の座標( $x_L, y_L$ )、及び( $x_R, y_R$ )を取り出し後、視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )190、及び物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )191を計算並びに出力可能で、一組の新視点パラメータ信号( $x_L^{New}, x_R^{New}, y_L^{New}, y_R^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を計算並びに出力し、物点追跡の目的を達成する。

また、該演算ロジックプログラム173は入力された該新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )192に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $x_L^{New}, x_R^{New}, y_L^{New}, y_R^{New}, S^{New}, f^{New}$ )153を計算並びに出力し、こうして新視点リセットの目的を達成する。

#### 【0018】

第二実施例

図24は本発明第二実施例の方法構成の指示図である。

10

20

30

40

50

本発明第二実施例の視空間点認知方法200は主に点光源201、及び視空間点認知装置205により構成する。

該点光源201は主動の点光源により構成し、該光源は可視光、或いは非可視光202を発散することができ、または受動の点光源で、該光源は光の反射体で、他の光源の光を反射可能である。

該視空間点認知装置205は該点光源201が発散する光202を受け取り、該視空間点認知装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )290を出力し、及び該点光源201の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )291を出力することができる。該視空間点認知装置は視点移動の能力を備え、視点の移動により視点座標と物点座標を重合させることができ、物点自動追跡の目的を達成する。同時に、該視空間点認知装置は外部の新視点の座標信( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )292を受け取り、該信号292に基づき、該視空間点認知装置205の視点をリセットすることができる。

10

#### 【0019】

図25は本発明第二実施例の視空間点認知装置構成の指示図である。

本発明第二実施例中の視空間点認知装置205は主に視差像取り込み装置210、及び視空間点演算装置270により構成する。

該視差像取り込み装置210は該点光源201が発出する光202を受け取り後、一組の視点パラメータ信号( $\theta_L, \theta_M, \theta_R, \theta_i, S, f$ )250、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える一組の左、中、右1D影像信号258を出力可能である。また、該視差像取り込み装置210は該視空間点演算装置270が出力する一組の新視点パラメータ信号( $\theta_L^{New}, \theta_M^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}$ )253を受け取り、これに基づき該視差像取り込み装置210の視点を改変する。該視空間点演算装置270は該視点パラメータ信号( $\theta_L, \theta_M, \theta_R, \theta_i, S, f$ )250、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える一組の1D影像信号258を受け取り後、公式(58)、(59)、(60)に基づき、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )290を計算並びに出力可能である。別に、公式(80)、(81)、(82)に基づき、該点光源201の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )291を演算並びに出力可能である。同時に、公式(87)、(88)、(89)、(90)、(91)に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $\theta_L^{New}, \theta_M^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}$ )253を計算並びに出力可能で、小角度物点追跡の目的を達成する。別に、公式(93)、(94)、(95)、(96)、(97)に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $\theta_L^{New}, \theta_M^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}$ )253を計算並びに出力可能で、大角度物点追跡の目的を達成する。

20

30

また、該視空間点演算装置270は外部の一組の新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )292を受け取り、公式(93)、(94)、(95)、(96)、(97)に基づき、( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )を式中の( $X_P, Y_P, Z_P$ )に入れ替え、もう一組の新視点パラメータ信号( $\theta_L^{New}, \theta_M^{New}, \theta_R^{New}, \theta_i^{New}, S^{New}$ )253を演算、算出後、該信号を強制的に出力し、視点リセットの目的を達成する。

#### 【0020】

図26は本発明第二実施例の視差像取り込み装置構成の指示図である。

本発明第二実施例中の視差像取り込み装置210は主に左撮影機220、中撮影機225、右撮影機230、一組の視点定位機構装置240、視点読み取り装置251、視点設定装置254及び左、中、右1D影像記憶及び出力装置257により構成する。

40

該左、中、右撮影機220、225、230は該点光源201が発散する光202を受け取り後、左、中、右1D影像信号256を個別に出力する。

該左、中、右1D影像記憶及び出力装置257は該左、中、右1D影像信号256を受信後、左、中、右1D影像信号258を個別に保存並びに出力する。

また、該左、中、右撮影機220、225、230は該視点定位機構装置240の上に装置する。該視点定位機構装置240は多数の回転、位置移動等機械の構造(Actuator)、及び定位器(Positioning Sensor)により構成(注：構成が複雑で図示が困難で、かつ一般的に常用されている公知のパーツであるため、ここでは詳述しない)し、これら自動化機構及びパーツの装置を通して、( $\theta_L, \theta_M, \theta_R, \theta_i, S, f$ )等パラメータを改変し、こうして左、中、右撮

50

影機220、225、230 光軸(すなわち、視軸)方向を改変する目的を達成する。また、該視点  
定位機構装置240は視点駆動制御信号255の受信を通して、すべてのアクチュエーターを駆  
動することができ、該左、中、右撮影機220、225、230光軸方向を改変及び再設定し、こ  
うして該視差像取り込み装置視点位置の改変及び再設定の目的を達成する。

また、該視点読み取り装置251は該視点定位機構装置上240のすべての定位器のデータ及び  
撮影機の焦点距離252を読み取り、視点パラメーター値に転換後、一組の視点パラメータ  
ー信号( $L, M, R, \dots, S, f$ )250を出力可能である。また、該視点設定装置254は新  
視点パラメーター信号( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, \dots, S^{New}$ )253を受信し、該  
信号253を視点駆動制御信号255に転換後、該信号255を出力する。よって、該視点定位機  
構装置240は視点設定装置254が出力する新視点駆動制御信号255を受信し、すべてのアク  
チュエーターの駆動を制御する目的を達成し、こうして視点改変の目的を達成する。

10

【0021】

図27は本発明第二実施例の左、中、右撮影機構成の指示図である。

本発明第二実施例中の左、中、右撮影機220、225、230は主に光学フィルター221、自動微  
調整可能な1D絞り222、オートフォーカス可能な1Dレンズ組223、及び1D影像センサー224  
により構成する。該光学フィルター221は該点光源波長以外の光源をろ過可能である。

該左撮影機220上において該1D絞り222は細長い形状のスリットで、そのスリット幅は制御  
微調整可能で、その装置方向は垂直方向で、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置する  
。

該1Dレンズ組223は水平フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフ  
ォーカス並びに出力可能である。

20

該1D影像センサー224は一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は水平方向  
で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置し、視差信号( $x_L$ )を備える左1D影像信号を出力  
することができる。

該中撮影機225上において該1D絞り222は細長い形状のスリットで、そのスリット幅は制御  
微調整可能で、その装置方向は水平方向で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置する。

該1Dレンズ組223は垂直フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフ  
ォーカス並びに出力可能である。

該1D影像センサーは一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は垂直方向で  
、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置し、視差信号( $y_i$ )を備える中1D影像信号を出力  
することができる。

30

該右撮影機230上において該1D絞り222は細長い形状のスリットで、そのスリット幅は制御  
微調整可能で、その装置方向は垂直方向で、すなわち長いほうの辺を垂直方向に装置する  
。

該1Dレンズ組223は水平フォーカス能力を備える1Dレンズ組で、その焦点距離をオートフ  
ォーカス並びに出力可能である。

該1D影像センサー224は一般公知のCCD或いはCMOSにより構成し、その装置方向は水平方向  
で、すなわち長い方の辺を水平方向に装置し、視差信号( $x_R$ )を備える右1D影像信号を出力  
することができる。

【0022】

40

図28は本発明第二実施例の視空間点演算装置構成の指示図である。

本発明第二実施例の視空間点演算装置270は主に両電子インターフェース271及び281、及  
び演算プログラム装置272により構成する。

該電子インターフェース271は一般のデジタル入力/出力ポート、ADC、DAC等電子パーツに  
より構成し、該視差像取り込み装置210に連結し、該視点パラメーター信号250( $L, M, R, \dots, S, f$ )、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える一組の左、中、右1D影像信号258  
を読み取ることができる。また、一組の新視点パラメーター信号253( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, \dots, S^{New}$ )を出力可能である。

また、該電子インターフェース281は一般の有線或いは無線のRS232、USB、ネットワーク  
等標準伝送インターフェースにより構成し、外部の他の装置に連結し、該標準伝送インタ

50

ーフェースを通して新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )292を読み取り、該視差像取り込み装置の視点座標信号290( $X_V, Y_V, Z_V$ )を出力し、及び該点光源の物点座標信号291( $X_P, Y_P, Z_P$ )を出力する。

該演算プログラム装置272は一般のマイクロプロセッサ、DSP、記憶装置により構成するマイクロコンピュータで、該記憶装置中には演算ロジックプログラム273を装置する。該演算ロジックプログラム273は入力された該視点パラメータ信号( $L, M, R, \theta, \phi, S, f$ )250、及び視差信号( $x_L, x_R, y_i$ )を備える一組の左、中、右1D影像信号258に基づき、該1D影像信号258の処理に対して、該演算ロジックプログラム273は該1D影像信号258上の影像の最亮点を探し出すことができ、左、中、右像点の座標( $x_L, y_i, x_R$ )を取り出し後、該視差像取り込み装置の視点座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )290を計算並びに出力し、及び該点光源の物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )291を出力する。また、該物点座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )290に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, \theta^{New}, \phi^{New}, S^{New}$ )253を計算及び出力し、これにより該視差像取り込み装置の視点と該点光源の物点を重合させ、視点追跡の目的を達成する。また、該演算ロジックプログラム273は入力された該新視点座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )292に基づき、一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, M^{New}, R^{New}, \theta^{New}, \phi^{New}, S^{New}$ )253を計算並びに出力し、該信号を強制的に出力し、視点の位置を再設定可能で、こうして新視点リセットの目的を達成する。

#### 【0023】

上記のように、本発明方法の特徴及び各実施例は本発明が目的及び機能と効果において実施上の進歩性を備え、産業上の利用価値が高く、しかも現在市場では見られない運用であることを詳細かつ十分に示している。よって特許法に基づき、本発明は発明の要件に完全に符合している。

上記は本発明の実施例に過ぎず本発明を限定するものではない。本発明の特許請求の範囲に基づき行われる均等変化及び修飾はすべて本発明の特許範囲に含まれるものとする。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0024】

【図1】2D光学レンズ写像の指示図である。

【図2】1D光学レンズ写像の指示図である。

【図3】一般光学撮影機構の指示図である。

【図4】ヒト眼球構造の指示図である。

【図5】視空間初期状態構成の指示図である。

【図6】頸部座標系座標軸回転の指示図である。

【図7】左眼座標系座標軸回転の指示図である。

【図8】右眼座標系座標軸回転の指示図である。

【図9】水平方向における左右眼転動の指示図である。

【図10】垂直方向における眼球転動の指示図である。

【図11】両眼が実際に凝視する時の視点、物点と各座標系の幾何指示図である。

【図12】頸部座標系が先に $Y_N$ 軸に対して角度の回転を行う時の各座標系の相対幾何関係である。

【図13】頸部座標系が次に $X_N$ 軸に対して角度の回転を行う時の各座標系の相対幾何関係である。

【図14】左、右眼座標系が $L, R$ 角度の回転を行う時の左、右眼座標系の幾何変化関係である。

【図15】既知の視軸パラメータにおける各座標系、視点、物点、像点等幾何関係の指示図である。

【図16】小角度物点追跡の指示図である。

【図17】大角度物点追跡の平面指示図である。

【図18】大角度物点追跡の立体指示図である。

【図19】本発明第一実施例方法構成の指示図である。

【図20】本発明第一実施例の視空間点認知装置構成の指示図である。

- 【図 2 1】本発明第一実施例の視差像取り込み装置構成の指示図である。  
 【図 2 2】本発明第一実施例の左、右撮影機構成の指示図である。  
 【図 2 3】本発明第一実施例の視空間点演算装置構成の指示図である。  
 【図 2 4】本発明第二実施例方法構成の指示図である。  
 【図 2 5】本発明第二実施例の視空間点認知装置構成の指示図である。  
 【図 2 6】本発明第二実施例の視差像取り込み装置構成の指示図である。  
 【図 2 7】本発明第二実施例の左、中、右撮影機構成の指示図である。  
 【図 2 8】本発明第二実施例の視空間点演算装置構成の指示図である。  
 【符号の説明】

## 【 0 0 2 5 】

- 1 2D光学球面レンズ  
 2 1D縦方向(垂直)フォーカス光学レンズ  
 3 1D横方向(水平)フォーカス光学レンズ  
 5 一般光学撮影機  
 6 調整可能絞り  
 7 焦点変更可能レンズ組  
 8 像感知記録装置  
 10 眼球  
 11 虹彩  
 12 瞳孔  
 13 水晶体  
 14 毛様体筋  
 15 視網膜  
 16 視神経  
 17 視軸  
 21 左眼球  
 22 右眼球  
 26 右視軸  
 30 視点  
 31 視空間  
 32 像空間  
 100、200 視空間点認知方法  
 101、201 点光源  
 102、202 点光源が発散する光  
 105、205 視空間点認知装置  
 110、210 視差像取り込み装置  
 120、220 左撮影機  
 121、221 光学フィルター  
 122 自動微調整可能な2D絞り  
 123 オートフォーカス可能な2Dレンズ組  
 124 2D影像センサー  
 130、230 右撮影機  
 140、240 一組の視点定位機構装置  
 150、250 一組の視点パラメータ信号( $L, R, \dots, S, f$ )  
 151、251 視点読み取り装置  
 152、252 すべての定位器のデータ及び撮影機焦点距離のデータ  
 153、253 一組の新視点パラメータ信号( $L^{New}, R^{New}, \dots, S^{New}$ )  
 154、254 視点設定装置  
 155、255 視点駆動制御信号  
 156、158 一对の左、右2D影像信号

10

20

30

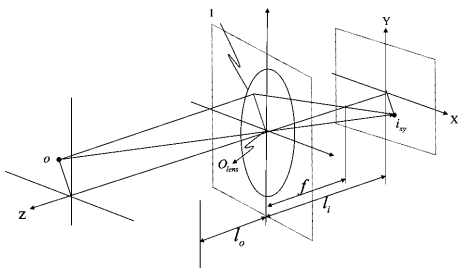
40

50

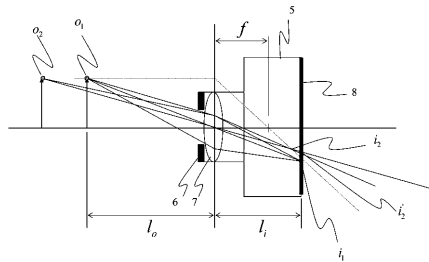
157	一対の左、右2D影像記憶及び出力装置	
170、270	視空間点演算装置	
171、181、271、281	電子インターフェース	
172、272	演算プログラム装置	
173、273	演算ロジックプログラム	
190、290	視点視空間座標信号( $X_V, Y_V, Z_V$ )	
191、291	物点視空間座標信号( $X_P, Y_P, Z_P$ )	
192、292	新視点視空間座標信号( $X_V^{New}, Y_V^{New}, Z_V^{New}$ )	
222	自動微調整可能な1D絞り	
223	オートフォーカス可能な1Dレンズ組	10
224	1D影像センサー	
225	中撮影機	
257	1D影像記憶及び出力装置	
$o, o_1, o_2$	点光源の物点	
$O_{lens}$	2D光学レンズの幾何中心点	
$i_{xy}, i_1, i_2$	像点	
$l_o$	物体距離	
$l_i$	像距離	
$f$	焦点距離	
$i_x$	縦像線	20
$i_y$	横像線	
S	立体ステレオベース	
H	頸椎の高度	
$O_H$	ステレオベース中心点	
	頸部座標系の $Y_N$ 軸に対する回転の角度	
	頸部座標系の $X_N$ 軸に対する回転の角度	
$L$	左眼座標系の $X_L$ 軸に対する回転の角度	
$R$	右眼座標系の $Y_R$ 軸に対する回転の角度	
$L$	右眼座標系の $X_R$ 軸に対する回転の角度	
	左、右眼の相同の角度による $X_L, X_R$ 軸に対する回転	30
$O(X, Y, Z)$	視空間座標系(ワールド座標系)及び座標軸	
$O_N(X_N, Y_N, Z_N)$	頸部座標系及び座標軸	
$O_L(X_L, Y_L, Z_L)$	左眼像空間座標系及び座標軸	
$O_R(X_R, Y_R, Z_R)$	右眼像空間座標系及び座標	
$R_L( \quad , \quad , \quad L, \quad )$	回転を行った後の左眼像空間座標系の座標軸単位ベクトル	ル
(内、は左視軸単位ベクトル)		
	右眼像空間座標系の座標軸単位ベクトル	
$R_R( \quad , \quad , \quad R, \quad )$	回転を行った後の右眼像空間座標系の座標軸単位ベクトル	ル
(内、は右視軸単位ベクトル)		
$R_L( \quad , \quad , \quad L, \quad )$	左眼像空間座標系の座標回転マトリックス	40
$R_{Lij}$	左眼像空間座標系座標回転マトリックスの因子	
$R_R( \quad , \quad , \quad R, \quad )$	右眼像空間座標系の座標回転マトリックス	
$R_{Rij}$	右眼像空間座標系座標回転マトリックスの因子	
$V(X_V, Y_V, Z_V)$	ワールド座標系上における視点Vの座標	
$P(X_P, Y_P, Z_P)$	ワールド座標系上における物点Pの座標	
$P(x_p, y_p, z_p)$	頸部座標系上における物点Pの座標	
$I_L(x_L, y_L, 0)$	左眼像空間座標系上における像点 $I_L$ の座標	
$I_R(x_R, y_R, 0)$	右眼像空間座標系上における像点 $I_R$ の座標	
$I_L(X_{I_L}, Y_{I_L}, Z_{I_L})$	ワールド座標系上における左像点 $I_L$ の座標	
$I_R(X_{I_R}, Y_{I_R}, Z_{I_R})$	ワールド座標系上における右像点 $I_R$ の座標	50

- $F_L(0,0,f)$  左眼像空間座標系上における左眼水晶体 $F_L$ の座標
- $F_R(0,0,f)$  右眼像空間座標系上における右眼水晶体 $F_R$ の座標
- $F_L(X_{FL},Y_{FL},Z_{FL})$  ワールド座標系上における左眼水晶体 $F_L$ 中心点の座標
- $F_R(X_{FR},Y_{FR},Z_{FR})$  ワールド座標系上における右眼水晶体 $F_R$ の座標
- 回転後の左視軸
- 回転後の右視軸
- 左新視軸単位ベクトル
- 左新視軸単位ベクトル
- 左視点ベクトル
- 右視点ベクトル
- 左物点ベクトル
- 右物点ベクトル
- 左像点ベクトル
- 右像点ベクトル
- 視中心軸ベクトル
- $M$  視中心軸角度
- $C$  視軸収束角度

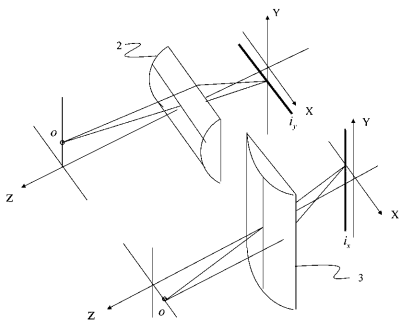
【 図 1 】



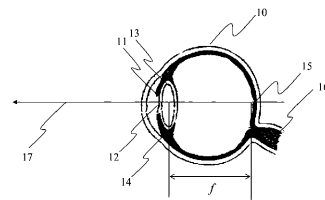
【 図 3 】



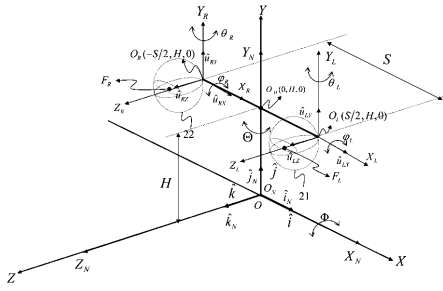
【 図 2 】



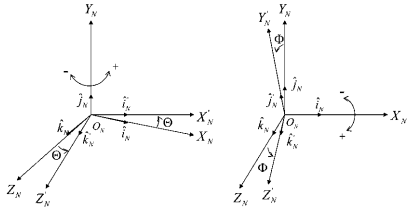
【 図 4 】



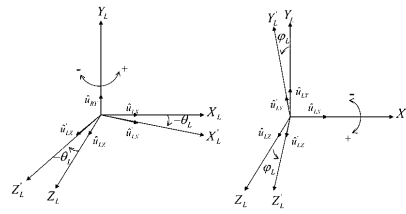
【 図 5 】



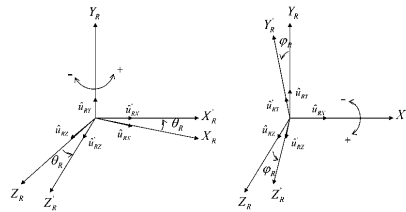
【 図 6 】



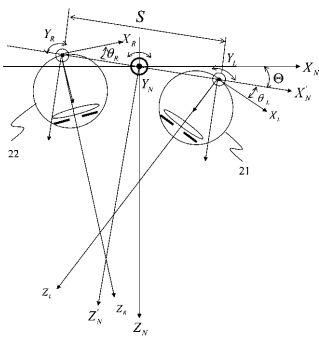
【 図 7 】



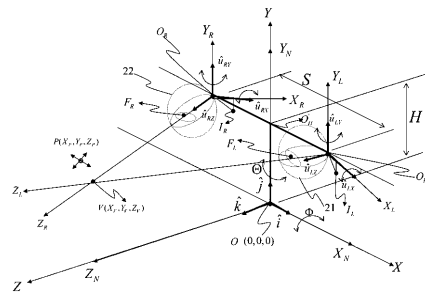
【 図 8 】



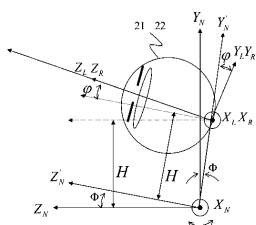
【 図 9 】



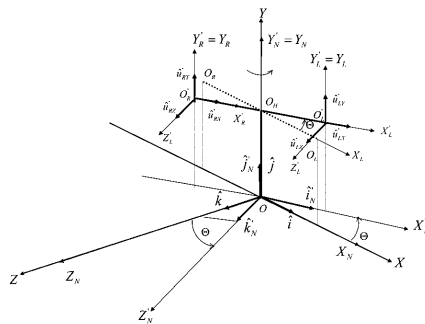
【 図 1 1 】



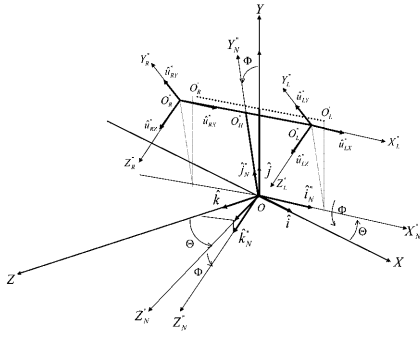
【 図 1 0 】



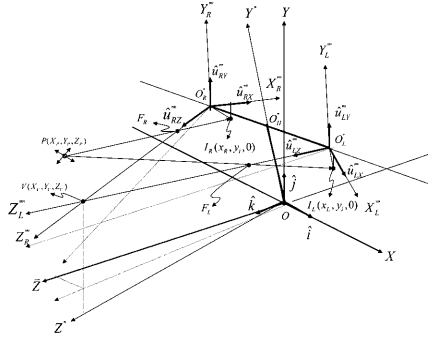
【 図 1 2 】



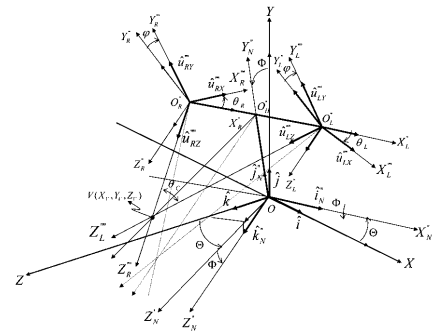
【 図 1 3 】



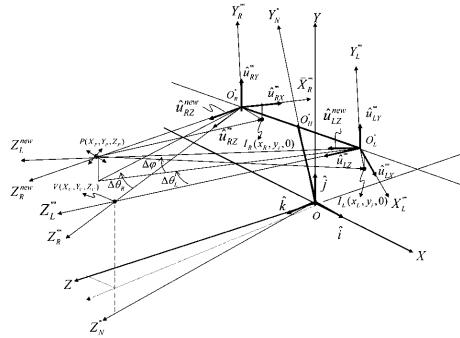
【 図 1 5 】



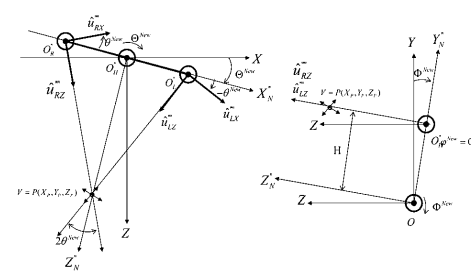
【 図 1 4 】



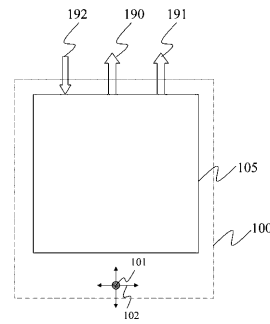
【 図 1 6 】



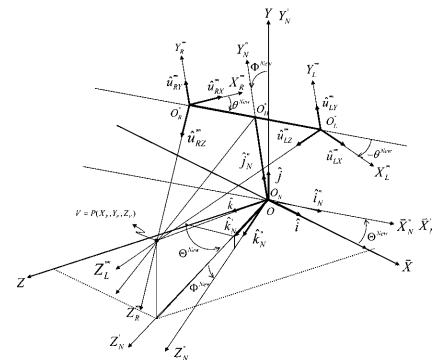
【 図 1 7 】



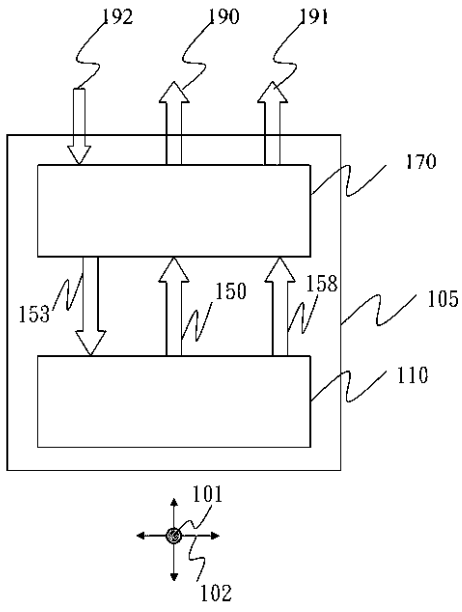
【 図 1 9 】



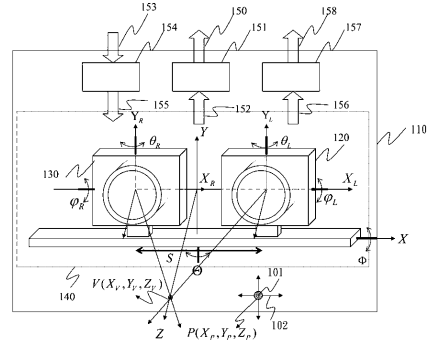
【 図 1 8 】



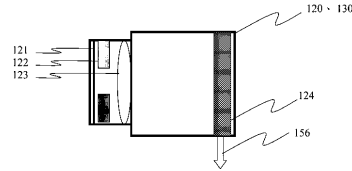
【 図 2 0 】



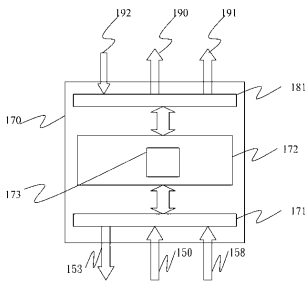
【 図 2 1 】



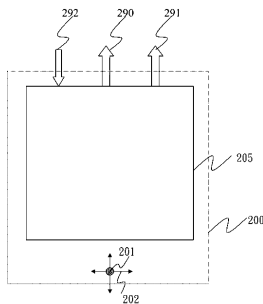
【 図 2 2 】



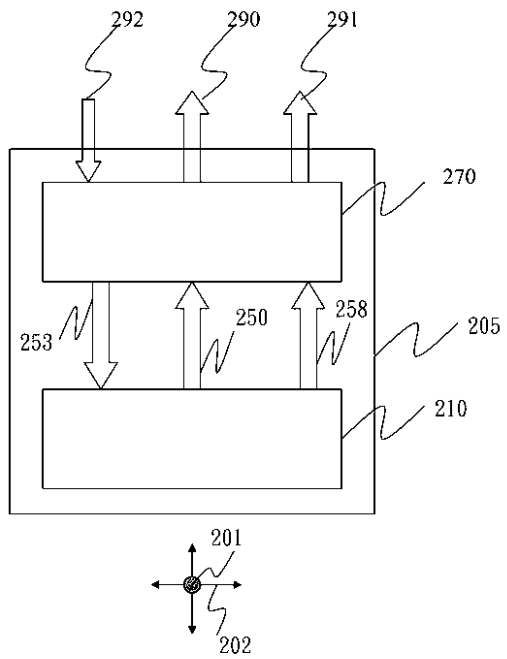
【 図 2 3 】



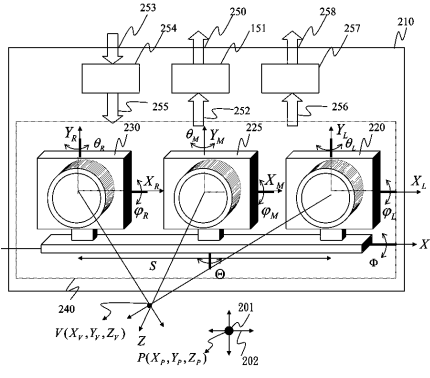
【 図 2 4 】



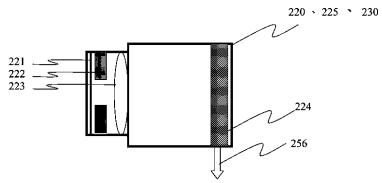
【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【 図 2 8 】

