

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成26年6月19日(2014.6.19)

【公開番号】特開2012-14171(P2012-14171A)

【公開日】平成24年1月19日(2012.1.19)

【年通号数】公開・登録公報2012-003

【出願番号】特願2011-141472(P2011-141472)

【国際特許分類】

G 02 B 17/08 (2006.01)

【F I】

G 02 B 17/08 Z

【手続補正書】

【提出日】平成26年5月7日(2014.5.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

シーン内的一点(P S)と、反射屈折光学系のカメラの投影中心(C O P)との間の光線の少なくとも1つの折り返し点の3次元(3 D)位置を求める方法であって、前記反射屈折光学系は、折り返し光学素子の表面から或る距離だけ離して配置された前記カメラを備え、前記折り返し光学素子は、反射器又は屈折器から選択され、前記折り返し点は、前記表面上にあり、前記表面上の前記光線の反射又は屈折により、前記折り返し点が前記光線を入射光線と出射光線とに分割することによって生じ、前記P S及び前記C O Pは、3 D位置によって識別され、前記方法は、

前記反射屈折光学系の構成を取得するステップであって、前記反射屈折光学系は非中心式であり、前記表面は、前記表面の対称軸の周りに回転対称である二次曲面であり、前記C O Pは前記対称軸上に配置される、取得するステップと、

前記表面並びに前記P S及び前記C O Pの前記3 D位置を、前記対称軸と前記P Sとによって定義される2次元(2 D)平面上にマッピングするステップであって、前記2 D平面上に円錐並びに前記P S及び前記C O Pの2 D位置を生成し、前記円錐は、前記表面を前記2 D平面上でパラメーター化したものである、マッピングするステップと、

前記円錐、前記P S及び前記C O Pの前記2 D位置、並びに前記入射光線及び前記出射光線に関する少なくとも1つの制約に基づいて前記2 D平面上の前記折り返し点の2 D位置を求めるステップと、

前記2 D平面上の前記折り返し点の前記2 D位置から前記折り返し点の前記3 D位置を求めるステップと、を含み、

前記方法の前記ステップは、プロセッサにより実施される方法。

【請求項2】

前記折り返し光学素子は前記反射器であり、前記折り返し点は前記表面からの前記光線の反射点であり、前記制約は反射法則である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記反射器は球面鏡であり、前記対称軸は、前記球面鏡の中心及び前記C O Pを通る、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記折り返し光学素子は前記屈折器であり、前記折り返し点は前記表面からの前記光線

の屈折点であり、前記制約は屈折法則である、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記屈折器は屈折率球体であり、前記対称軸は、前記屈折率球体の中心及び前記COPを通る、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記制約は、

【数1】

$$\nu_r^T n = -\nu_i^T n$$

であり、前記折り返し点の前記2D位置の第2の座標yは、順投影(FP)式

【数2】

$$u^2 K_1^2(y) + K_2^2(y)(Ay^2 + By - C) = 0$$

に従って求められ、前記折り返し点の前記2D位置の第1の座標xは、前記第2の座標yに基づいて、

【数3】

$$x = \text{sign}(u) \sqrt{C - By - Ay^2}$$

に従って求められ、式中、 ν_i は前記入射光線を表すベクトルであり、 ν_r は前記出射光線を表すベクトルであり、Tは転置演算子であり、nは前記折り返し点における前記表面の法線を表すベクトルであり、uは前記PSの前記2D位置の第1の座標であり、 $K_1(y)$ 及び $K_2(y)$ はyの反射多項式であり、A、B、Cは前記円錐のパラメーターである、請求項2に記載の方法。

【請求項7】

前記折り返し点の前記3D位置を、

【数4】

$$xz_1/\|z_1\| + yz_2/\|z_2\|$$

に従って求めることをさらに含み、式中、 z_1 及び z_2 は、前記2D平面の座標系を決める軸である、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記折り返し光学素子は、球面鏡であり、前記FP式は、

【数5】

$$u^2(r^2(d+y) - 2dy^2)^2 - (r^2 - y^2)(r^2(d+v) - 2dvy)^2 = 0$$

であり、式中、(u, v)は前記PSの前記2D位置であり、yは前記折り返し点の前記2D位置の第2の座標であり、rは前記球面鏡の半径であり、dは前記COPと球体の中心との間の距離である、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

前記少なくとも1つの折り返し点は、第1の屈折点 $n_1 = [x, y]^T$ 及び第2の屈折点 $n_2 = [x_2, y_2]^T$ を含み、前記制約は、

【数6】

$$\nu_2 = \frac{1}{\mu} \nu_1 + \frac{-\nu_1^T n_1 - \sqrt{(\nu_1^T n_1)^2 - r^2(1-\mu^2)(\nu_1^T \nu_1)}}{\mu r^2} n_1$$

及び

【数7】

$$v_3 = \mu v_2 + \frac{-v_1^T n_1 - \mu v_2^T n_1}{r^2} n_2$$

であり、前記第1の屈折点の前記2D位置の座標x及び座標yは、順投影(FP)式

【数8】

$$0 = K_2^2(x, y)A + K_3^2(x, y)A^3 + 2K_2(x, y)K_3(x, y)A^2 - K_1^2(x, y),$$

に従って求められ、前記第2の屈折点の座標x₂及び座標y₂は、

【数9】

$$n_2 = n_1 - \frac{2v_2^T n_1}{v_2^T v_2} v_2$$

に従って求められ、式中v₁、v₂、及びv₃は、それぞれ、前記COPから前記第1の屈折点までの光路を表すベクトル、前記第1の屈折点から前記第2の屈折点までの光路を表すベクトル、及び前記第2の屈折点から前記PSまでの光路を表すベクトルであり、rは前記屈折率球体の半径であり、μは前記屈折率球体の屈折率であり、K₁、K₂、及びK₃はx及びyの屈折多項式であり、ここで、x² = r² - y²である、請求項5に記載の方法。

【請求項10】

前記折り返し点の3D位置から前記PSの2D画像投影を、

【数10】

$$(p, q) = \left(f_x \frac{X_f}{Z_f} + c_x, f_y \frac{Y_f}{Z_f} + c_y \right)$$

に従って求めることをさらに含み、(p, q)は前記2D画像投影の座標であり、(X_f, Y_f, Z_f)は前記折り返し点の座標であり、(f_x, f_y)は前記カメラのx方向及びy方向における有効焦点距離であり、(c_x, c_y)は前記カメラの2D主点である、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

バンドル調整を用いて前記シーン内の3D点と、前記反射屈折光学系のパラメーターとを同時に求めることをさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

再投影誤差のヤコビ行列を求めることをさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

前記ヤコビ行列及びバンドル調整を用いて前記シーン内の3D点と、前記反射屈折光学系のパラメーターとを同時に求めることをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

シーン内的一点(PS)と、反射屈折光学系の投影中心(COP)との間の光線の少なくとも1つの折り返し点の3次元(3D)位置を求めるように構成される前記反射屈折光学系であって、前記PS及び前記COPは、3D位置によって識別され、前記反射屈折光学系は非中心式であり、

折り返し光学素子であって、前記折り返し点は、前記折り返し素子の表面上の前記光線の折り返しによって生じ、前記表面は、対称軸の周りに回転対称である二次曲面である、折り返し光学素子と、

前記表面から或る距離だけ離して配置されたカメラであって、前記反射屈折光学系の前

記 C O P は、前記カメラの C O P であって、前記対称軸上に配置される、カメラと、

前記表面並びに前記 P S 及び前記 C O P の前記 3 D 位置を、前記対称軸及び前記 P S によって定義される 2 次元 (2 D) 平面上にマッピングする手段であって、前記 2 D 平面上に円錐並びに前記 P S 及び前記 C O P の 2 D 位置を生成し、前記円錐は、前記表面を前記 2 D 平面上でパラメーター化したものである、マッピングする手段と、

前記円錐、前記 P S 及び前記 C O P の前記 2 D 位置に基づいて前記 2 D 平面上の前記折り返し点の 2 D 位置を求めるプロセッサと、

前記 2 D 平面上の前記折り返し点の前記 2 D 位置から前記折り返し点の前記 3 D 位置を求める手段と、

を備える、反射屈折光学系。

【請求項 15】

前記折り返し光学素子は反射器であり、前記折り返し点は前記表面からの前記光線の反射点である、請求項 14 に記載の反射屈折光学系。

【請求項 16】

前記折り返し光学素子は屈折器であり、前記折り返し点は前記表面からの前記光線の屈折点である、請求項 14 に記載の反射屈折光学系。

【請求項 17】

前記折り返し点の 3 D 位置から前記 P S の 2 D 画像投影を、

【数 11】

$$(p, q) = \left(f_x \frac{X_f}{Z_f} + c_x, f_y \frac{Y_f}{Z_f} + c_y \right)$$

に従って求める手段をさらに備え、(p , q) は前記 2 D 画像投影の座標であり、(X_f , Y_f , Z_f) は前記折り返し点の座標であり、(f_x , f_y) は前記カメラの x 方向及び y 方向における有効焦点距離であり、(c_x , c_y) は前記カメラの 2 D 主点である、請求項 14 に記載の反射屈折光学系。

【請求項 18】

バンドル調整を用いて前記シーン内の 3 D 点と、前記反射屈折光学系のパラメーターとを同時に求める手段をさらに備える、請求項 14 に記載の反射屈折光学系。

【請求項 19】

シーン内的一点 (P S) と、反射屈折光学系の投影中心 (C O P) との間の光線の少なくとも 1 つの折り返し点の 3 次元 (3 D) 位置を求める方法であって、前記 P S 及び前記 C O P は、3 D 位置によって識別され、前記反射屈折光学系は非中心式であり、前記方法は、

折り返し光学素子を設けるステップであって、前記折り返し点は、前記折り返し光学素子の表面上の前記光線の折り返しによって生じ、前記表面は、対称軸の周りに回転対称である二次曲面である、折り返し光学素子を設けるステップと、

前記表面から或る距離だけ離して配置されたカメラを設けるステップであって、前記反射屈折光学系の前記 C O P は、前記カメラの C O P であり、前記対称軸上に配置される、カメラを設けるステップと、

前記表面並びに前記 P S 及び前記 C O P の前記 3 D 位置を、前記対称軸及び前記 P S によって定義される 2 次元 (2 D) 平面上にマッピングするステップであって、前記 2 D 平面上に円錐並びに前記 P S 及び前記 C O P の 2 D 位置を生成し、前記円錐は、前記表面を前記 2 D 平面上でパラメーター化したものである、マッピングするステップと、

前記円錐、前記 P S 及び前記 C O P の前記 2 D 位置に基づいて前記 2 D 平面上の前記折り返し点の 2 D 位置を求めるステップと、

前記 2 D 平面上の前記折り返し点の前記 2 D 位置から前記折り返し点の前記 3 D 位置を求めるステップと、

を含み、

前記方法の前記ステップは、プロセッサにより実施される方法。

【請求項 20】

前記折り返し光学素子は、反射器及び屈折器から選択される、請求項 19 に記載の方法。
。