

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5581612号
(P5581612)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl.		F I			
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110V
GO1B	11/00	(2006.01)	GO1B	11/00	H
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T	1/00	315

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-135191 (P2009-135191)	(73) 特許権者	304023318 国立大学法人静岡大学
(22) 出願日	平成21年6月4日(2009.6.4)		静岡県静岡市駿河区大谷836
(65) 公開番号	特開2010-281684 (P2010-281684A)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(43) 公開日	平成22年12月16日(2010.12.16)	(74) 代理人	100108257 弁理士 近藤 伊知良
審査請求日	平成24年5月31日(2012.5.31)	(74) 代理人	100124800 弁理士 諏澤 勇司
		(74) 代理人	100140442 弁理士 柴山 健一
		(72) 発明者	橋本 岳 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1 国立 大学法人静岡大学工学部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置計測システム及び位置計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象物のステレオ視によって前記対象物の位置を計測する位置計測システムであって、
画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第1の視線、及び前記第1の視線のそれぞれを中心として前記最小要素ごとに設定された第1の視線領域を有し、所定の前記第1の視線領域にて前記対象物を捉える第1の撮像光学系と、

画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第2の視線、及び前記第2の視線のそれぞれを中心として前記最小要素ごとに設定された第2の視線領域を有し、所定の前記第2の視線領域にて前記対象物を捉える第2の撮像光学系と、

前記第1の撮像光学系と前記第2の撮像光学系との位置関係を n (n : 3以上の整数) 種設定し、 n 種の前記位置関係のそれぞれにおいて、所定の前記第1の視線領域と所定の前記第2の視線領域とが重なる重複領域を n 種取得し、 n 種の前記重複領域が重なる領域にて前記対象物の位置を算出する演算部と、を備え、

前記第1の撮像光学系及び前記第2の撮像光学系は、3つ以上の撮像光学系から選択された一組であり、

前記演算部は、前記第1の撮像光学系及び前記第2の撮像光学系を異なる組合せで選択することにより、前記位置関係を n 種設定することを特徴とする位置計測システム。

【請求項2】

所定の前記第1の視線領域及び所定の前記第2の視線領域は、画像における前記対象物の重心点又は特徴点を捉えることを特徴とする請求項1記載の位置計測システム。

10

20

【請求項3】

対象物のステレオ視によって前記対象物の位置を計測する位置計測方法であって、

画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第1の視線、及び前記第1の視線のそれぞれを中心として前記最小要素ごとに設定された第1の視線領域を有し、所定の前記第1の視線領域にて前記対象物を捉える第1の撮像光学系、並びに、画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第2の視線、及び前記第2の視線のそれぞれを中心として前記最小要素ごとに設定された第2の視線領域を有し、所定の前記第2の視線領域にて前記対象物を捉える第2の撮像光学系を用意する工程と、

前記第1の撮像光学系と前記第2の撮像光学系との位置関係を n (n : 3以上の整数)種設定し、 n 種の前記位置関係のそれぞれにおいて、所定の前記第1の視線領域と所定の前記第2の視線領域とが重なる重複領域を n 種取得し、 n 種の前記重複領域が重なる領域にて前記対象物の位置を算出する工程と、を含み、

前記第1の撮像光学系及び前記第2の撮像光学系は、3つ以上の撮像光学系から選択された一組であり、

前記第1の撮像光学系及び前記第2の撮像光学系を異なる組合せで選択することにより、前記位置関係を n 種設定することを特徴とする位置計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測する位置計測システム及び位置計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

対象物の位置を計測するに際しては、多数の画素の配列によって受光部が構成された撮像素子（例えば、CMOSやCCD等）を有する第1のカメラ及び第2のカメラを用意し、それらのカメラを用いて対象物のステレオ視を行う。すなわち、第1のカメラは、画像を構成する多数の画素のそれぞれの中心を通る第1の視線、及び第1の視線のそれぞれを中心として画素ごとに設定された第1の視線領域を有しており、このとき、対象物を捉えた第1の視線領域を所定の第1の視線領域とする。一方、第2のカメラは、画像を構成する多数の画素のそれぞれの中心を通る第2の視線、及び第2の視線のそれぞれを中心として画素ごとに設定された第2の視線領域を有しており、このとき、対象物を捉えた第2の視線領域を所定の第2の視線領域とする。これにより、対象物の真値（真の座標）は、対象物を捉えた所定の第1の視線領域と所定の第2の視線領域とが重なる重複領域内に存在することになるが、重複領域内のどこに位置するかは分からない。

【0003】

そこで、例えば、重複領域の重心点を算出して、その重心点を対象物の真値として代用する場合があるが、これでは、対象物の位置の計測に誤差が生じるおそれがある。このような誤差が生じるのは、撮像素子の受光部の各画素が所定の大きさを有していることに起因して、重複領域も所定の大きさを有することになるからである。以下、この誤差を量子化誤差という。

【0004】

このような量子化誤差を軽減する技術として、特許文献1には、所定の間隔で配置された3台以上のカメラのうち2台のカメラを異なる組合せで選定して、各組合せにおいて対象物までの距離を算出し、その平均値をとる距離計測方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-38718号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

上述した特許文献1記載の距離計測方法は、量子化誤差を軽減する技術として有効であるが、更なる量子化誤差の軽減が望まれている。

【0007】

そこで、本発明は、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測するに際し、量子化誤差を軽減することができる位置計測システム及び位置計測方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明に係る位置計測システムは、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測する位置計測システムであって、画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第1の視線、及び第1の視線のそれぞれを中心として最小要素ごとに設定された第1の視線領域を有し、所定の第1の視線領域にて対象物を捉える第1の撮像光学系と、画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第2の視線、及び第2の視線のそれぞれを中心として最小要素ごとに設定された第2の視線領域を有し、所定の第2の視線領域にて対象物を捉える第2の撮像光学系と、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系との位置関係を n ($n: 3$ 以上の整数)種設定し、 n 種の位置関係のそれぞれにおいて、所定の第1の視線領域と所定の第2の視線領域とが重なる重複領域を n 種取得し、 n 種の重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出する演算部と、を備え、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系は、3つ以上の撮像光学系から選択された一組であり、演算部は、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系を異なる組合せで選択することにより、位置関係を n 種設定することを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る位置計測方法は、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測する位置計測方法であって、画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第1の視線、及び第1の視線のそれぞれを中心として最小要素ごとに設定された第1の視線領域を有し、所定の第1の視線領域にて対象物を捉える第1の撮像光学系、並びに、画像を構成する複数の最小要素のそれぞれの中心を通る第2の視線、及び第2の視線のそれぞれを中心として最小要素ごとに設定された第2の視線領域を有し、所定の第2の視線領域にて対象物を捉える第2の撮像光学系を用意する工程と、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系との位置関係を n ($n: 3$ 以上の整数)種設定し、 n 種の位置関係のそれぞれにおいて、所定の第1の視線領域と所定の第2の視線領域とが重なる重複領域を n 種取得し、 n 種の重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出する工程と、を含み、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系は、3つ以上の撮像光学系から選択された一組であり、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系を異なる組合せで選択することにより、位置関係を n 種設定することを特徴とする。

【0010】

これらの位置計測システム及び位置計測方法においては、第1の撮像光学系の所定の第1の視線領域と第2の撮像光学系の所定の第2の視線領域とが重なる重複領域に対象物の真値(真の座標)が存在することに鑑み、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系との位置関係を n ($n: 3$ 以上の整数)種設定し、 n 種の位置関係のそれぞれにおいて、所定の第1の視線領域と所定の第2の視線領域とが重なる重複領域を n 種取得し、 n 種の重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出する。これにより、 n 種の重複領域から、それらが重なる領域へと、対象物の真値が存在する領域が狭められるので、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測するに際し、量子化誤差を軽減することが可能となる。なお、より多くの位置関係で重複領域を取得し、それらの重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出すれば、対象物の位置の計測精度をより一層向上させることができる。なお、視線とは便宜的に導入した概念であり、視線を特定することができなくても、撮像画像上の対象点の画素を特定することができれば、その視線領域を求めることが可能である。また、第1の撮像光学系及び第2の撮像光学系は、3つ以上の撮像光学系から選択された一組

10

20

30

40

50

であり、演算部は、第 1 の撮像光学系及び第 2 の撮像光学系を異なる組合せで選択することにより、位置関係を n 種設定することができる。この場合、第 1 の撮像光学系及び第 2 の撮像光学系の少なくとも 1 つを移動させる移動機構が不要となる。

【 0 0 1 1 】

ここで、所定の第 1 の視線領域及び所定の第 2 の視線領域は、画像における対象物の重心点又は特徴点を捉えることが好ましい。これにより、第 1 の撮像光学系及び第 2 の撮像光学系によって対象物を精度良く捉えることが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、対象物のステレオ視によって対象物の位置を計測するに際し、量子化誤差を軽減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】本発明に係る位置計測システムの一実施形態の構成図である。

【 図 2 】図 1 の位置計測システムにおいてカメラの位置関係が異なる場合の重複領域を示す図である。

【 図 3 】図 1 の位置計測システムにおいてカメラの位置関係が異なる場合の重複領域を示す図である。

【 図 4 】図 1 ~ 3 の重複領域の関係を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示されるように、位置計測システム 1 は、Y 軸方向に位置する対象物 T の位置を、対象物 T のステレオ視によって計測するシステムである。位置計測システム 1 は、X 軸方向に沿って並設された複数台（ここでは、4 台）のカメラ（第 1 の撮像光学系、第 2 の撮像光学系） $2_1 \sim 2_4$ と、カメラ $2_1 \sim 2_4$ からの画像データの取込みや各種演算処理を行うコンピュータ等の演算部 11 と、を備えている。更に、位置計測システム 1 は、カメラ $2_1 \sim 2_4$ から取り込まれた画像データや演算部 11 によって算出された結果等を表示するディスプレイ等の表示部 12 と、それらの画像データや結果等を記憶する HDD やメモリカード等の記憶部 13 と、を備えている。

【 0 0 1 8 】

カメラ 2_1 は、多数の画素（画像を構成する最小要素）の配列によって受光部が構成された撮像素子（例えば、CMOS や CCD 等）を有しており、各画素の中心を通る視線、及び各視線を中心として画素ごとに設定された視線領域を有し、対象物 T を含む画像を撮像する。ここでは、カメラ 2_1 は、多数の視線領域のうち視線領域 $S R 1$ にて対象物 T を捉えている。具体的には、カメラ 2_1 は、視線領域 $S R 1$ にて、画像における対象物 T の重心点を捉えている（カメラ $2_2 \sim 2_4$ についても同様）。視線領域 $S R 1$ は、3 次元空間では、視線 $S L 1$ を中心とした四角錐状の領域である（視線領域 $S R 2 \sim S R 4$ を始めとして他の視線領域についても同様）。なお、カメラ 2_1 は、視線領域 $S R 1$ にて、画像における対象物 T の特徴点を捉えても良い（カメラ $2_2 \sim 2_4$ についても同様）。また、視線領域 $S R 1$ は、サブピクセル処理により画像の解像度を上げた際のその最小要素に対応させても良い（視線領域 $S R 2 \sim S R 4$ を始めとして他の視線領域についても同様）。

【 0 0 1 9 】

上述した特徴点の例としては、最輝度点（最も輝度の高い点）、特徴的な色の点、パターンマッチングで最も相関の高い座標、画像エッジ、エッジ線とエッジ線との交点、エッジとエピポーラ線（他方のカメラにおける対象物から視線を一方のカメラの画像に投影した線）との交点等がある。これらの特徴点は、カメラによって撮像された 2 次元画像から抽出される。ここで、パターンマッチングで最も相関の高い座標について説明する。すな

10

20

30

40

50

わち、異なるカメラにおいて、計測すべき対象物のターゲットを探索することは極めて困難である（「対応点探索」のことで、例えば、水玉模様を撮影した場合、異なるカメラでは、どの水玉かの判断は極めて困難である）。人間の視覚は、対象物を理解しているために対応点探索を容易に行い得る。各ターゲットが完全に同じ水玉ではなく、良く似ているが異なる形の場合を考える。このときには、ターゲットの形で探索することができる。つまり、パターンマッチングで最も相関の高い座標とは、探したいターゲットの形と、画像に写っているいろいろなターゲットの形との相関を求めて、ターゲットの探索することを意味する。相関係数が最も高くない座標を見つけるには、探したいターゲットの形（テンプレート）を画像上で少しずつ移動させ、移動のたびに、テンプレートと画像との（各画素のグレイレベルの）相関係数を計算する。

10

【0020】

以上のように構成された位置計測システム1による位置計測方法について説明する。まず、演算部11は、図1に示されるように、カメラ $2_1 \sim 2_4$ からカメラ $2_1, 2_4$ を選択して、その位置関係を第1の位置関係とする。そして、演算部11は、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の位置関係が第1の位置関係である場合にカメラ 2_1 の視線領域SR1とカメラ 2_4 の視線領域SR4とが重なる第1の重複領域DR1を取得する。

【0021】

また、演算部11は、図2に示されるように、カメラ $2_1 \sim 2_4$ からカメラ $2_1, 2_3$ を選択して、その位置関係を第2の位置関係とする。そして、演算部11は、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の位置関係が第2の位置関係である場合にカメラ 2_1 の視線領域SR1とカメラ 2_3 の視線領域SR3とが重なる第2の重複領域DR2を取得する。

20

【0022】

更に、演算部11は、図3に示されるように、カメラ $2_1 \sim 2_4$ からカメラ $2_2, 2_4$ を選択して、その位置関係を第3の位置関係とする。そして、演算部11は、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の位置関係が第3の位置関係である場合にカメラ 2_2 の視線領域SR2とカメラ 2_4 の視線領域SR4とが重なる第3の重複領域DR3を取得する。

【0023】

続いて、演算部11は、図4に示されるように、第1の重複領域DR1と第2の重複領域DR2と第3の重複領域DR3とが重なる領域TRに対象物Tの真値が位置すると判断して、領域TRにて対象物Tの位置を算出し、更に、対象物Tまでの距離等を算出する。そして、演算部11は、これらの結果等を表示部12に表示させたり、記憶部13に記憶させたりする。

30

【0024】

以上説明したように、位置計測システム1では、対象物Tを捉えた2台のカメラの視線領域が重なる重複領域に対象物Tの真値（真の座標）が存在することに鑑み、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の位置関係を3種設定し、3種の位置関係のそれぞれにおいて、対象物Tを捉えた視線領域同士が重なる重複領域DR1～DR3を取得し、重複領域DR1～DR3が重なる領域TRにて対象物Tの位置を算出する。これにより、重複領域DR1～DR3のそれぞれから、それらが重なる領域TRへと、対象物Tの真値が存在する領域が狭められるので、対象物Tのステレオ視によって対象物Tの位置を計測するに際し、量子化誤差を軽減することが可能となる。なお、3種を超えるより多くの位置関係で重複領域を取得し、それらの重複領域が重なる領域にて対象物Tの位置を算出しても良く、その場合には、対象物Tの位置の計測精度をより一層向上させることができる。

40

【0025】

また、位置計測システム1では、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の各視線領域SR1～SR4が画像における対象物Tの重心点又は特徴点を捉える。これにより、カメラ $2_1 \sim 2_4$ によって対象物Tを精度良く捉えることが可能となる。

【0026】

また、位置計測システム1では、演算部11が、カメラ $2_1 \sim 2_4$ から2台を異なる組合せで選択することにより、カメラ $2_1 \sim 2_4$ の3種の位置関係を設定する。これにより

50

、カメラ移動用の移動機構等が不要となるので、位置計測システム 1 の構成の単純化を図ることが可能となる。

【0027】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

【0028】

例えば、カメラ等の撮像光学系の一組を異なる組合せで選択する場合には、撮像光学系は3つ以上であればいくつであっても良い。そして、より多くの組合せ（撮像光学系の位置関係）で重複領域を取得し、それらの重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出すれば、対象物 T の位置の計測精度をより一層向上させることができる。

【0029】

また、XY ステージ等の移動機構によってカメラ等の撮像光学系を移動させれば、撮像光学系は2つであっても良い。この場合、2つの撮像光学系を用意するだけで、撮像光学系の少なくとも1つを移動させることにより複数の位置関係における重複領域を取得し、それらの重複領域が重なる領域にて対象物の位置を算出することができる。

【0030】

また、複数の撮像光学系は、複数の光学系（レンズ等）と1つの撮像素子（CCD や CMOS 等）との組合せによって構成されても良いし、逆に、1つの光学系と複数の撮像素子との組合せによって構成されても良い。また、撮像光学系に1次元センサを適用しても良い。この場合、複数の1次元センサを同一平面（水平面）上に並設させることが好ましい。このことは、撮像光学系に2次元センサを適用した場合にも同様であり、各水平走査線を同一平面（水平面）上に配置することが好ましい。このとき、対応する水平走査線が同一直線上にあると更に良い。なお、撮像光学系そのものを移動させても良いし、撮像光学系を構成する光学系や撮像素子を相対的に移動させても良い。

【0031】

また、上記実施形態では、2次元平面における対象物の位置の計測について説明したが、本発明は、3次元空間における対象物の位置の計測にも適用可能である。

【符号の説明】

【0032】

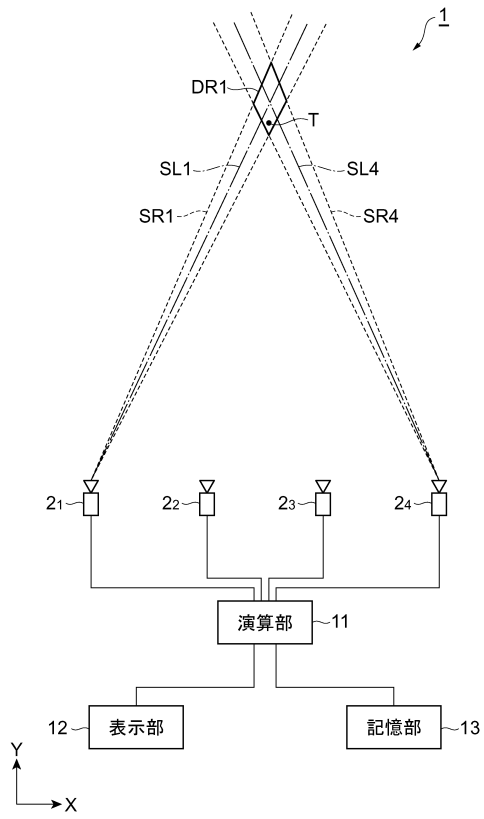
1 ... 位置計測システム、 $2_1 \sim 2_4$... カメラ（第1の撮像光学系、第2の撮像光学系）、11 ... 演算部、SL1 ~ SL4 ... 視線（第1の視線、第2の視線）、SR1 ~ SR4 ... 視線領域（第1の視線領域、第2の視線領域）、DR1 ~ DR3 ... 重複領域、TR ... 重なる領域、T ... 対象物。

10

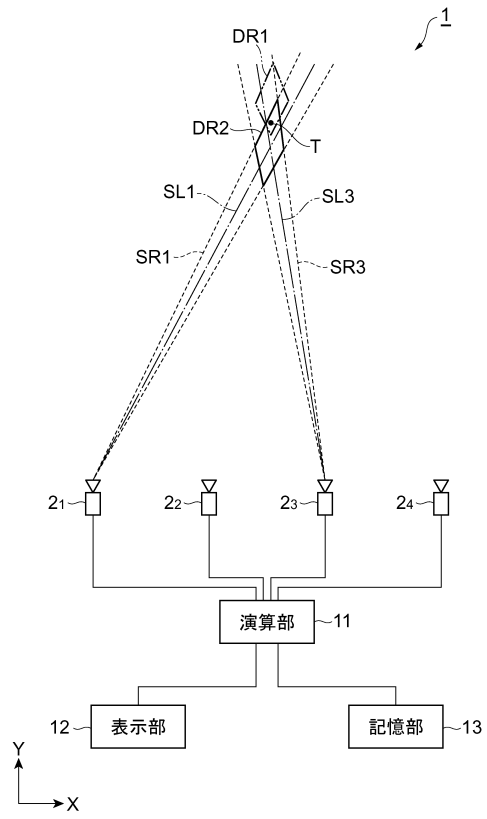
20

30

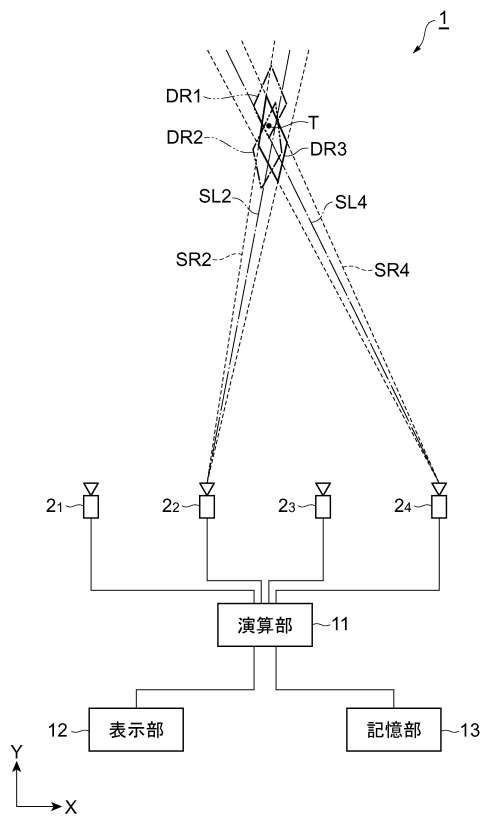
【図1】



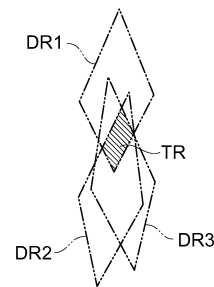
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開2008-241609(JP,A)
特開平08-075462(JP,A)
特開平07-152810(JP,A)
特開2009-002761(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
G01C 3/00 - 3/32
G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40