

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4552409号
(P4552409)

(45) 発行日 平成22年9月29日(2010.9.29)

(24) 登録日 平成22年7月23日(2010.7.23)

(51) Int.Cl.		F I	
G01B	11/00	(2006.01)	G01B 11/00 H
B60M	1/28	(2006.01)	B60M 1/28 R
G06T	1/00	(2006.01)	G06T 1/00 300
G06T	7/60	(2006.01)	G06T 1/00 315
			G06T 7/60 200H
			請求項の数 6 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-325411 (P2003-325411)
 (22) 出願日 平成15年9月18日(2003.9.18)
 (65) 公開番号 特開2005-91181 (P2005-91181A)
 (43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)
 審査請求日 平成18年4月14日(2006.4.14)

(73) 特許権者 000006105
 株式会社明電舎
 東京都品川区大崎2丁目1番1号
 (74) 代理人 100078499
 弁理士 光石 俊郎
 (74) 代理人 100074480
 弁理士 光石 忠敬
 (74) 代理人 100102945
 弁理士 田中 康幸
 (74) 代理人 100120673
 弁理士 松元 洋
 (72) 発明者 庭川 誠
 東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社 明電舎内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像からエッジ検出でトロリー線のエッジを検出し、検出したエッジの座標をHough変換でHough空間へ投票し、投票されたHough空間の頂点を検出することで直線であるトロリー線を検出する画像処理装置において、前記エッジ検出は、トロリー線が画像上で垂直方向のエッジを多く持ち、太さが一定な特徴を利用した演算子を画像に積和してトロリー線のエッジを検出するものであり、かつ、画像を地面に対し水平なスリット状の集合に分割し、分割された水平なスリット状の集合について濃淡値を取得し、取得された濃淡値から求められる主成分分析及びヒストグラム

の最頻値に応じて昼間用・夜間用の演算子を入れ替えてトロリー線のエッジを検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記Hough変換の原点として、検出されたパンタグラフの中心座標を使用することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記Hough変換の原点の高さとして、検出されたパンタグラフの高さを使用することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記パンタグラフは、2台以上のカメラ画像のパタンマッチングで得られたパンタグラフ候補の座標からオフセットを除き、この座標をカメラ毎に照合して座標の差が最小になる

座標として検出されたものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記トロリー線を複数検出する場合には、最も高い頂点を中心とする微小領域を H o u g h 空間から除外し、次に高い頂点を探索することを繰り返すことを特徴とする請求項 1 , 2 , 3 又は 4 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記トロリー線を複数検出する場合には、前記トロリー線を三次元座標に変換し、地面と水平でパンタグラフとほぼ同じ高さの領域に存在するか否かを検証し、前記領域に存在しないものを誤ったトロリー線として排除することを特徴とする請求項 1 , 2 , 3 , 4 又は 5 記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電車に設置された I T V カメラからパンタグラフとトロリー線を撮影し、撮影した映像から画像処理によりパンタグラフとトロリー線を検出する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在の技術として、画像処理によりパンタグラフとトロリー線を検出するものがある（特許文献 1、「特願 2002-151840 号」参照）。

ここで、パンタグラフ検出は、映像と予め登録されたパンタグラフのパターンとのパターンマッチングより検出している（特許文献 2 参照）。

また、トロリー線検出は、映像中に直線で見えるトロリー線をエッジ検出で検出している（特許文献 3 参照）。

なお、画像処理に使用される数学的変換については、非特許文献 1 に記載されている。

【特許文献 1】特開 2002-139305（特願 2002-332841「パンタグラフ支障物検知方法及び装置」）

【特許文献 2】特開平 7-271979 号（特願平 6-57924 号「画像認識方法及びその装置」）

【特許文献 3】特開平 8-14820 号（特願平 6-149246 号「画像処理装置のエッジ検出回路」）

【非特許文献 1】「特集：画像や光の分野で使われる数学的変換 ハフ変換」O plus E 1995年12月 pp94-pp106

【非特許文献 2】「論文：デジタル直線の標本化誤差を考慮した組合せハフ変換の改良」電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J78-D-II No.12 pp.1767-1776 1995年12月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

現在の技術で、カメラの映像にいろいろな物体が多様な形状で画像に映り込む場合、これらを誤って検出する問題がある。

従って、誤検出のないようパンタグラフやトロリー線を検出する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決する本発明の請求項 1 に係る画像処理装置は、入力画像からエッジ検出でトロリー線のエッジを検出し、検出したエッジの座標を H o u g h 変換で H o u g h 空間へ投票し、投票された H o u g h 空間の頂点を検出することで直線であるトロリー線を検出する画像処理装置において、前記エッジ検出は、トロリー線が画像上で垂直方向のエッジを多く持ち、太さが一定な特徴を利用した演算子を画像に積和してトロリー線のエッジを検出するものであり、かつ、画像を地面に対し水平なスリット状の集合に分割し、分割された水平なスリット状の集合について濃淡値を取得し、取得された濃淡値から求めら

10

20

30

40

50

れる主成分分析及びヒストグラム用最頻値に依りて昼間用・夜間用の演算子を入れ替えてトローリー線のエッジを検出することを特徴とする。

【0006】

上記課題を解決する本発明の請求項2に係る画像処理装置は、請求項1において、前記Hough変換の原点として、検出されたパンタグラフの中心座標を使用することを特徴とする。

【0007】

上記課題を解決する本発明の請求項3に係る画像処理装置は、請求項1において、前記Hough変換の原点の高さとして、検出されたパンタグラフの高さを使用することを特徴とする。

10

【0008】

上記課題を解決する本発明の請求項4に係る画像処理装置は、請求項2又は3において、前記パンタグラフは、2台以上のカメラ画像のパタンマッチングで得られたパンタグラフ候補の座標からオフセットを除き、この座標をカメラ毎に照合して座標の差が最小になる座標として検出されたものであることを特徴とする。

【0009】

上記課題を解決する本発明の請求項5に係る画像処理装置は、請求項1, 2, 3又は4において、前記トローリー線を複数検出する場合には、最も高い頂点を中心とする微小領域をHough空間から除外し、次に高い頂点を探索することを繰り返すことを特徴とする。

20

【0010】

上記課題を解決する本発明の請求項6に係る画像処理装置は、請求項1, 2, 3, 4又は5において、前記トローリー線を複数検出する場合には、前記トローリー線を三次元座標に変換し、地面と水平でパンタグラフとほぼ同じ高さの領域に存在するか否かを検証し、前記領域に存在しないものを誤ったトローリー線として排除することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明は、画像処理によってパンタグラフとトローリー線の位置を検出する装置であり、以下の利点がある。

1) 画像上に映るトローリー線が垂直で所定の太さである特徴に着目した演算子によりエッジ検出するため、信頼性高くトローリー線のエッジ検出ができる利点がある。

30

2) 画像のスリット毎に演算子を切り替えるため、トローリー線の背景の濃淡値が部分的に異なる場合でもトローリー線のエッジ検出ができる利点がある。

3) Hough変換の原点をパンタグラフの中心にするため、均一な分解能でトローリー線検出できる利点がある。

4) Hough変換の原点をパンタグラフの高さにするため、メータを制約でき、計算量が少なくすむ利点がある

5) 2台以上のカメラで得られたパンタグラフの位置から、予め求めておいたオフセットを除くことで、誤検出したパンタグラフを排除するため、信頼性の高いパンタグラフの位置検出ができる利点がある。

40

6) 複数のトローリー線を所定の角度 θ_p 、所定の距離 d_p で単純に分類するため、処理が高速な利点がある。また複雑な裾野形状でも頂点の領域分けが確実な利点がある。

7) トローリー線は対地とほぼ水平でパンタグラフとほぼ同じ高さであることを利用し、複数のカメラのトローリー線候補の座標を検証してトローリー線を検出するため、信頼性の高いトローリー線検出ができる利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下に述べるとおり、実施例1～実施例7を組み合わせたものが最良の形態である。

【実施例1】

【0013】

50

本実施例は、2台以上のカメラ画像からパンタグラフの位置を検出し、この位置からオフセットを除いた位置が、各カメラ間で一致するかどうか検証し、パンタグラフの位置を検出する画像処理装置である。

【0014】

本実施例の詳細を図1のフローチャートに示す。

まず、2台以上のカメラ1～n (n ≥ 2) をパンタグラフが映るように設置し、映像を取得する(ステップS3)。

【0015】

予め、各カメラ画像のパンタグラフの領域をパタンとして登録し(ステップS1)、カメラ1を基準とする各画像間のパンタグラフ中心位置の相対的なずれをオフセットとして記録しておく(ステップS2)。

10

【0016】

次に、映像取得された各カメラの画像1～nについてパタンマッチングを行い(ステップS4)、カメラ毎に得られるパンタグラフの複数の位置からオフセットを除く(ステップS5)。

各画像間のこの位置の相対差が最小の位置を、検出したパンタグラフの位置とする(ステップS6)。

以上の処理を必要な画像が終了するまで繰り返す(ステップS7)。

【0017】

本実施例は、2台以上のカメラ画像からパンタグラフの位置を検出する場合に、各カメラで一致しないパンタグラフの位置を排除するため、信頼性の高いパンタグラフ検出ができる利点がある。

20

なお、上記フローチャートの処理をソフトウェア的に実現するプログラムによって、本実施例の画像処理装置を実現しても良い。

【実施例2】

【0018】

本実施例は、トロリー線が画像上で垂直方向のエッジを多く持ち太さが一定な特徴を利用し、図2に示す演算子を画像へ積和し、トロリー線のエッジだけ検出する画像処理装置である。

即ち、画像に図2の演算子を積和し、その計算結果が閾値以上であればエッジ、閾値以下であれば0とする。

30

閾値は実験的に決定する。

【0019】

図2のwは画像上のトロリー線の太さ(幅)に一致するよう奇数で設定する。

また、W'は、 $W' = (w + 1) / 2$ の幅に設定し演算子の総和が0になるようする。

なお、縦方向の数を増やすと、精度を上げることができるが、通常は1～3である。

夜間の映像は夜間用演算子を使用し、昼間の映像は昼間用演算子を使用する。

【0020】

夜間用演算子と昼間用演算子の各要素の正負が逆であるのは、昼間では、背景が白く、トロリー線が黒く写るのに対し、夜間では、背景が黒く、照明によりトロリー線が白く写るためである。

40

なお、画像上方ではトロリー線が太く、画像下方ではトロリー線が細く映り、太さ変化があるが、この太さ変化は許容値の範囲内であり、問題とならない。

【0021】

本実施例は以下の利点がある。

映像には多様な物体が映り込むため、通常のエッジ検出ではトロリー線でないエッジを検出する問題がある。

本実施例は、トロリー線が画像上で垂直方向のエッジを多く持ち太さが一定な特徴を利用した演算子を画像に積和するので、トロリー線らしき太さとおおむね垂直なエッジだけ

50

検出できる利点がある。

【実施例 3】

【0022】

本実施例は、画像をスリット状に分割し、スリット内部の濃淡値の集合から実施例 2 の昼間用又は夜間用演算子を入れ替えてエッジを検出する画像処理装置である。

本実施例の詳細を図 3 に示す。

【0023】

予め、図 3 のように、画像を地面に対し水平なスリットに分割する。

カメラが傾いている場合、図 3 に示した様な右上がり傾いた領域になるが、カメラが水平に設置されれば画像に対して水平なスリットの領域になる。

次に図の斜線領域の濃淡値を集合として取得する。

【0024】

この集合から主成分分析やヒストグラムの最頻値を求め、この最頻値が閾値 1 より暗ければ夜間用の演算子、明るければ昼間用の演算子をこの領域に積和し、その計算結果が閾値 2 以上であればエッジ、閾値 2 以下であれば 0 とする。

閾値は実験的に決定する。

以上の処理を図 3 のスリット毎に演算子を決定しエッジを取得する。

なお、閾値 1、閾値 2 と、スリット y 方向の幅は実験的に決定する。

【0025】

本実施例は、夜間用演算子と昼間用演算子を入れ替えるため、夜間の橋脚通過時や昼間のトンネル通過等で 1 枚の画像上に背景の濃淡値が部分的に異なる場合でも、適切にトロリー線のエッジを検出できる利点がある。

【実施例 4】

【0026】

本実施例は、パンタグラフの中心座標を H o u g h 変換の原点に使用し、トロリー線を検出する画像処理装置である。

本実施例を図 4 のフローチャートに示す。

【0027】

まず、カメラから画像を取得（入力）し、取得された画像からパンタグラフの位置を検出する（ステップ T 1）。

2 台以上のカメラを使用する場合は、実施例 1 に示すように、パタンマッチの位置からオフセットを除いてその最小値からパンタグラフを検出しても良い。

次に、入力画像からエッジ検出でトロリー線のエッジを検出する（ステップ T 2）。

この際、実施例 2、3 のエッジ検出を利用してもよい。

【0028】

引き続き、得られたトロリー線のエッジを、図 5 に示すように、パンタグラフ 10 の中心 a を原点として座標変換する（ステップ T 3）。

更に、この座標を式 (1) の H o u g h 変換で H o u g h 空間に投票し（ステップ T 4）、投票された H o u g h 空間の値の頂点を検出することで直線を検出する（ステップ T 5）。

$$= x \cos \theta + y \sin \theta \quad \dots (1)$$

以上の処理を画像の入力毎に繰り返す（ステップ T 6）。

【0029】

本実施例は、以下の利点を有する。

即ち、トロリー線は直線で検出できるが、通常の直線検出ではトロリー線のエッジが他の物体で分断や交差し直線検出が難しい。

本実施例は、H o u g h 変換を使用するためトロリー線に干渉する他の物体の影響を受けにくい第 1 の利点がある。

【0030】

また、H o u g h 変換には原点の位置によって検出する直線の分解能が不均一になる問

10

20

30

40

50

題がある。

これは、非特許文献2の図1に示すように、 $\theta = 0$ 、 $\phi = 0$ の原点付近では分解能が均一だが、 $\theta = 0$ 、 $\phi = 0$ から離れると分解能が不均一になるためである。

これに対し、本実施例はパンタグラフの中心座標をHough変換の原点に設定するため、パンタグラフ付近のトロリー線 = 原点付近のトロリー線となり、均一な分解能でトロリー線検出できる第2の利点がある。

【0031】

更に、Hough変換から複数の直線を検出するにはHough空間内の複数の頂点を検出するが、本実施例はこの頂点の形状がパンタグラフ上でおおむね同じ形状になるので、複数の頂点を求めやすい第3の利点もある。

10

なお、上記フローチャートの処理をソフトウェア的に実現するプログラムによって、本実施例の画像処理装置を実現しても良い。

【実施例5】

【0032】

本実施例は、パンタグラフの中心座標の高さをHough変換の原点のy座標に使用し、トロリー線を検出する画像処理装置である。

本実施例は、図4に示すフローチャートのステップT3において、得られたトロリー線のエッジを、パンタグラフの中心を原点として座標変換するのではなく、図6に示すように、パンタグラフの高さbを原点として座標変換し、この座標を式(1)のHough変換でHough空間に投票し、投票されたHough空間の値の頂点を検出することで直線を検出するものである。

20

その他の処理は、実施例4と同様である。

【0033】

なお、図6では画像左端とパンタグラフの高さの交点を原点にしているが、点線上のパンタグラフの高さであればどこに設定しても良い。

本実施例は、実施例4に比べ、分解能が不均一になる不具合があるが、式(1)のパラメータをパンタグラフと交差するトロリー線の角度だけに制約し、計算量を減らせ演算処理がはやいという利点がある。

【実施例6】

【0034】

本実施例は、実施例4や実施例5で求めたHough空間の頂点を所定の距離 r_p 、所定の角度 θ_p で除外し、複数のトロリー線を検出する画像処理装置である。

本実施例は以下を行う。

まず、入力画像からエッジ検出によりトロリー線のエッジを検出する。

この際、実施例2,3のエッジ検出を利用してもよい。

得られたトロリー線のエッジをHough変換で図7のHough空間へ投票し、Hough空間から最も高い頂点1を検出し、頂点1の r_p 、 θ_p をトロリー線として登録する。

30

Hough空間の頂点は、実施例4や実施例5の座標変換により求めても良い。

【0035】

この頂点1を中心として r_p 、 θ_p で囲まれる斜線領域を頂点の属する領域としてHough空間から除外し、次に高い頂点を探索し頂点2を検出し除外する。

40

以上の処理を必要な頂点数に繰り返す。

本実施例は以下の利点がある。

即ち、1本のトロリー線は、非特許文献2の図10に示すように、Hough空間の1つの頂点に対応する。

【0036】

トロリー線を複数検出するには、Hough空間の頂点とその頂点に属する裾野を探索し、この探索を繰り返して複数のトロリー線を検出する必要があるが、裾野の探索は時間がかかる問題がある。

50

また、通常、頂点から裾野への形状は、非特許文献2の図1に示すような正規分布等の連続的なプロファイル形状にならないため、探索による正確な裾野の検出が難しい問題がある。

【0037】

本実施例は、パンタグラフと接触する複数のトロリー線は、架線の構造上所定の距離 ρ と所定の角度 θ で離れる条件を利用し、頂点から ρ 、 θ の領域を頂点に属する領域として単純に除外し、裾野の探索なしに次の頂点を探索するものである。

これにより裾野の探索が不要で処理が高速になる第1の利点がある。

また複雑な裾野形状でも頂点の領域分けが確実に第2の利点がある。

【実施例7】

【0038】

本実施例は、2台以上のカメラ画像から検出したトロリー線の座標を、3D座標で検証する画像処理装置である。

本実施例を図8のフローチャートに示す。

まず、図10に示すように、パンタグラフ10とトロリー線20が映る2台以上のカメラ画像を取得し(ステップV1)、各カメラ画像ごとエッジ検出でエッジを検出し(ステップV2)、複数のトロリー線候補を検出する(ステップV3)。

このトロリー線検出には、実施例4、実施例5、実施例6を使用してもよい。

【0039】

このトロリー線とパンタグラフの交点の座標と、画像上端の座標をそれぞれステレオ計測により三次元座標に投影変換し(ステップV4)、図9に示すように、図中斜線で示す妥当な領域に、トロリー線とパンタグラフの交点cの座標が存在し、かつ、トロリー線の画像上端dの座標が存在するかどうか検証し、何れも妥当な領域に入っているものをトロリー線とする(ステップV5)。

この領域は、トロリー線20がほぼ水平で高さがパンタグラフ10と同じかどうか検証する領域で、実験的に決める。

以上の処理を画像の入力毎に繰り返す(ステップV6)。

【0040】

本実施例は、各カメラ間で検出したトロリー線を3D座標に変換し、トロリー線の画像上端点cが地面に対しほぼ水平で高さがパンタグラフと同じかどうか検証して誤ったトロリー線を排除するため、信頼性の高いトロリー線が検出できる利点がある。

なお、上記フローチャートの処理をソフトウェア的に実現するプログラムによって、本実施例の画像処理装置を実現しても良い。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明は、検出したパンタグラフとトロリー線は、規定の位置に映っているかどうかで設備保全に利用される。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の第一の実施例に係る画像処理の手順を示すフローチャートである。

【図2】本発明の第二の実施例に係るトロリー線検出演算子を示す説明図である。

【図3】本発明の第三の実施例に係る最頻値の取得を示す説明図である。

【図4】本発明の第四、第五の実施例に係る画像処理の手順を示すフローチャートである。

。

【図5】本発明の第四の実施例に係る座標変換の原点を示す説明図である。

【図6】本発明の第五の実施例に係る座標変換の原点を示す説明図である。

【図7】本発明の第六の実施例に係るを示すHough空間の頂点と裾野の領域を示す説明図である。

【図8】本発明の第七の実施例に係る画像処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】本発明の第七の実施例に係るトロリーの三次元座標を示す説明図である。

10

20

30

40

50

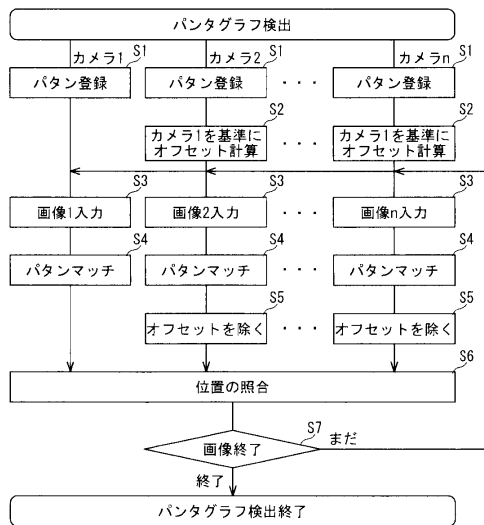
【図10】本発明の第七の実施例に係る2台のカメラ画像を示す説明図である。

【符号の説明】

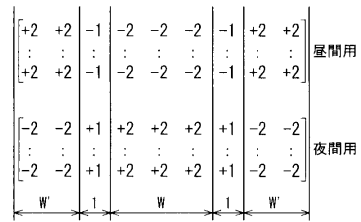
【0043】

- 10 パンタグラフ
- 20 トロリー線
- a パンタグラフ中心
- b パンタグラフ高さ
- c トロリー線とパンタグラフの交点
- d トロリー線の画像上端

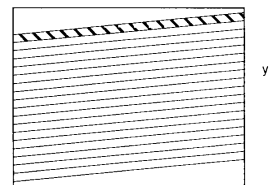
【図1】



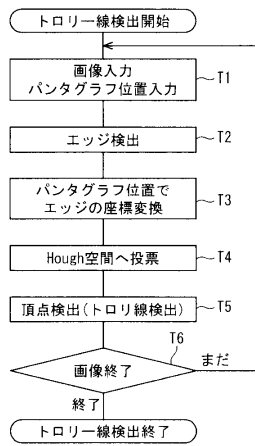
【図2】



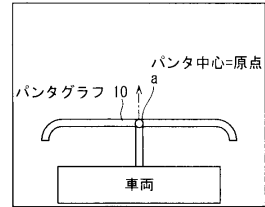
【図3】



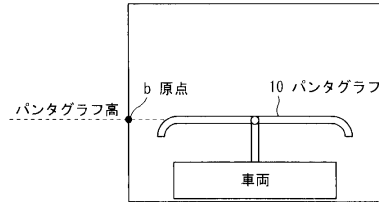
【図4】



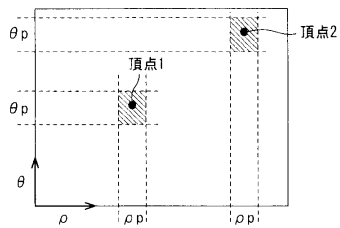
【図5】



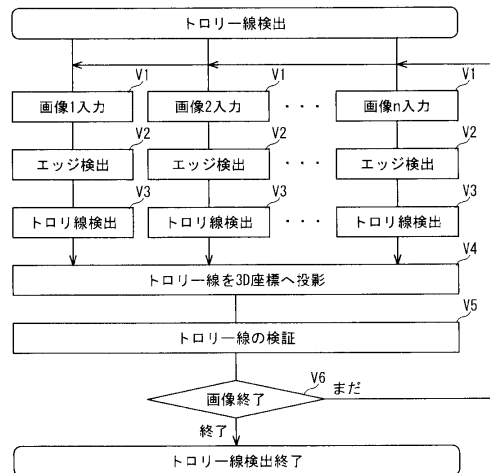
【図6】



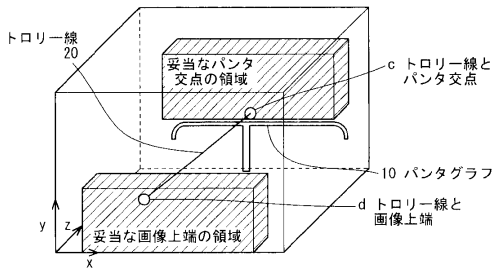
【図7】



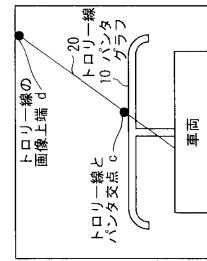
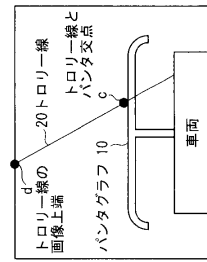
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 T 7/60 3 0 0 A

(72)発明者 藤原 伸行
東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社 明電舎内

審査官 小野寺 麻美子

(56)参考文献 特開平07-160892(JP,A)
特開2002-139305(JP,A)
特開2001-250122(JP,A)
特開平07-249128(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 1 B 1 1 / 0 0
B 6 0 M 1 / 2 8
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 7 / 6 0