

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

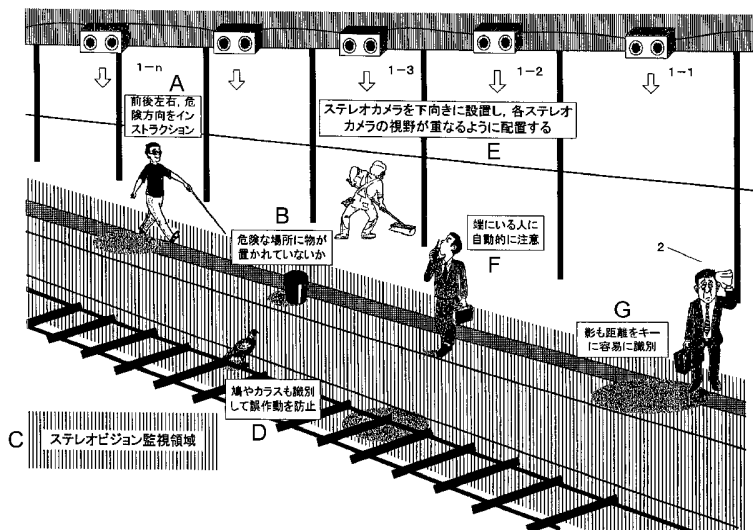
(10) 国際公開番号
WO 2004/011314 A1

- (51) 国際特許分類: B61L 23/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009378 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 依田 育士 (YODA, Ikushi) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県 つくば市 梅園 1-1-1 中央第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 坂上 勝彦 (SAKAUE, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒305-8658 茨城県 つくば市 梅園 1-1-1 中央第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-217222 2002 年 7 月 25 日 (25.07.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都 千代田区 霞ヶ関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

/ 続葉有 /

(54) Title: SECURITY MONITOR DEVICE AT STATION PLATFORM

(54) 発明の名称: 駅ホームにおける安全監視装置



(57) Abstract: A security monitor device of station platform can accurately detect a person having fallen off an edge of the platform onto a railway, identify a plurality of persons on the platform, and obtain logs of their all behaviors. The device uses distance information and texture information to identify a person on an edge of the platform and determine his or her current position on the platform edge. At the same time, if a person has fallen down onto the railway, the device accurately determines it and automatically transmits a stop signal and the like, while transmitting a corresponding camera image. The device records all the behaviors of all the persons on the platform edge.

(57) 要約: 本発明は、線路側ホーム端における人の線路転落の確実な検知、および複数の人の識別とその全行動ログの取得する駅ホームにおける、より確実な安全監視装置を提供する。本発明は、ホーム端にいる人を距離情報とテクスチャ情報によって識別しながらホーム端上の位置を特定する。同時に人が線路上に落下した場合を確実に検知し、自動的に停止信号などを送出すると同時に対応するカメラの映像を送出する。またホーム端上で行動する全ての人間の全行動を記録する。

- A...INFORM PERSON OF FRONT, BACK, LEFT AND RIGHT WAYS AND HIS OR HER PROCEEDING DIRECTION
B...DETERMINE WHETHER ANY OBJECT IS PLACED AT UNSAFE PLACE
C...STEREOVISION MONITOR RANGE
D...IDENTIFY DOVES OR CROWS TO AVOID MALFUNCTIONS
E...DIRECT STEREO-CAMERAS DOWNWARD AND ARRANGE THEM SUCH THAT THEIR VIEW FIELDS OVERLAP WITH EACH OTHER
F...AUTOMATICALLY WARN PERSON WHO IS AT THE PLATFORM EDGE
G...ALSO IDENTIFY PERSON'S SHADOW EASILY ON THE BASIS OF ITS DISTANCE



SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

駅ホームにおける安全監視装置

5 技術分野

この発明は駅ホームにおける安全監視装置に関し、特に、距離情報と画像（テクスチャ）情報に基づく、線路側駅ホーム端における安全監視装置に関する。

背景技術

10 従来、駅ホームの安全監視装置に関しては、種々提案されている（特開平10-304346号公報、特開2001-341642号公報、特開2001-26266号公報、特開2001-39303号公報、特開平10-341727号公報等参照。）。

15 例えば、特開平10-304346号公報に記載されているように、第2図に示されるような駅のホーム端を監視するカメラシステムは公知であるが、それらは1台のカメラで40mのような長い距離を横方向に捉えるように水平に近い角度に設置されており、数台のカメラ画像を1つの画面の画像内に表示して、人が視認するようなシステム構成となっている。

20 それゆえ、視認する画像対象領域は長く（深く）、多くの乗降客が出入りする場合は、乗客の陰に乗客が隠れ、全ての乗客を見渡すことができないといった問題点がある。かつ、カメラの設置角度が水平に近いと、朝日、夕日、さらにその他光の反射の影響を受けやすく、画像そのものが適切に撮れない場合も生じ易い設置となっている。

25 また、第3図に示すような落下検知マットは、線路に人が落下した場合、その圧力を検知することで人の落下を検知している。しかし、構造的に線路とホームの内側の一部分にしか施設することができないので、検知マットを飛び越えて人が落下した場合は全く無力なものである。

これらを改善するものとして、ホームの屋根の下に下向きにカメラを複数台設置し、障害物を監視するものが特開平13-341642号公報に記載されてい

る。

このシステムは、障害物の無い状態の画像と現在画像の差分を取り、差分の出力があると障害物ありと検知するものである。また、同様の目的で物体の動きベクトルを検出する構成が特開平 10-311427 号公報に開示されている。

5 しかし、これらの障害物検知には特に光や影の変化による誤動作が多く、監視システムとしては不十分なものである。

発明の開示

10 本発明は、線路側ホーム端における人の線路転落の確実な検知、および複数の人の識別とその全行動ログを取得することのできる駅ホームにおける安全監視装置を提供することを目的としている。

15 本発明においては、複数のステレオカメラによりホーム端を撮影することで、ホーム端にいる人を距離情報とテクスチャ情報によって識別しながらホーム端上の位置を特定する。同時に人が線路上に落下した場合を確実に検知し、自動的に停止信号などを送出すると同時に対応するカメラの映像を送出する。また、ホーム端上で行動する全ての人間の全行動を記録する。

20 また、本発明においては、ホーム端上の人の位置、動きなどから、予め注意を呼びかける状況、そのアナウンス、および映像を転送する状況を予め登録する手段を与え、さらに、カメラ装置に音声合成機能を付加することで、その状況に応じたアナウンスを予め登録された合成音声によってカメラ単位で乗客に伝える。

25 すなわち、本発明の駅ホームにおける安全監視装置は、駅の線路側ホーム端において複数のステレオカメラにより該ホーム端を撮像し、各ステレオカメラ単位で視野内の撮像画像とホームの座標系に基づいた距離画像を生成する画像処理手段と、前記各ステレオカメラからの距離情報と画像情報に基づき対象を認識する手段と、該抽出された認識対象の状態から安全を確認する手段とからなることを特徴とする。

また、上記構成において、さらに人間のホームなどの空間における動線のログを取得して保存する手段を備えることを特徴とする。

また、さらに前記各ステレオカメラからの画像情報に基づき認識対象を抽出す

る手段が、高次局所自己相関特徴を用いた認識を行うことを特徴とする。

また、上記構成において、前記距離情報と画像情報両方から対象を認識する手段が、高さの異なる複数のマスク上の重心情報から人その他のものを識別することを特徴とする。

- 5 また、上記構成において安全を確認する手段が、ホーム端の前記距離情報と画像情報を取得し、線路範囲上方における画像情報の検知および該画像情報の距離情報から、人の落下もしくは人等のホーム外への突出を識別し、警報を出すことを特徴とする。

- 10 また、前記高次局所自己相関特徴が所定の範囲の所定の箇所が存在する前後の時系列の距離情報を同一人と同定するために用いられることを特徴とする。

さらに、前記所定の箇所は所定の範囲内を複数のブロックに分けたものであり、前記時系列の次の距離情報の探索が上記複数のブロックの内の複数個を単位として前記高次局所自己相関特徴を計算することにより行われることを特徴とする。

15 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の安全監視装置の概念図である。

第2図は、従来の監視カメラの配置を示す図である。

第3図は、従来の転落検知マットの説明図である。

第4図は、本発明の全体のフローチャートである。

- 20 第5図は、本発明の人カウントアルゴリズムの説明図である。

第6図は、本発明の人中心特定・カウント処理のフローチャートである。

第7図は、距離画像からスライスした2値画像の例を示す図である。

第8図は、第7図のラベリング結果を示す図である。

第9図は、重心計算の説明図である。

- 25 第10図は、本発明のライン・トラッキング処理のフローチャートである。

第11図は、平行移動不変の高次局所自己相関特徴の説明図である。

第12図は、近似するベクトル例を示す図である。

第13図は、切り出しがずれた同じ顔画像の例を示す図である。

第14図は、本発明に用いる平行移動不変、かつ回転移動不変の高次局所自

己相関特徴の説明図である。

第 1 5 図は、本発明の探索範囲動的決定処理のフローチャートである。

第 1 6 図は、本発明の混雑状況マップを示す図である。

第 1 7 図は、本発明のテクスチャ利用の探索処理のフローチャートである。

5 第 1 8 図は、本発明の動的探索領域決定アルゴリズムの説明図である。

第 1 9 図は、本発明の動的探索領域の混雑度合いによる変化を示す図である。

第 2 0 図は、本発明に用いる高次局所自己相関特徴による高速探索アルゴリズムの説明図である。

第 2 1 図は、本発明の全体動線管理アルゴリズムを示す図である。

10 第 2 2 図は、本発明の領域監視・警告処理のフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

第 1 図はこの発明の一実施例のシステム構成の概略を説明する図であり、第 4 図は第 1 図で説明する情報統合認識装置の全体フローチャートを示す図である。

15 第 1 図に示すように、複数のステレオカメラ 1-1 から 1-n によってホーム端上に死角がないように撮影され、ホーム端上を移動する乗客 2 を監視している。各ステレオカメラ 1 は 2 台以上のカメラの撮像素子が平行に固定されていて、ステレオカメラ 1-1 から 1-n の撮像出力は各カメラ内の画像処理装置に与えられる。ステレオカメラ自体は既に公知のものであり、たとえばポイントグレイ社の
20 のデジクロップスやサーノフ研究所のアケーディアのようなものが用いられる。

本発明においては、線路側ホーム端における人の線路転落の確実な検知、および複数の人の識別とその全行動ログを取得するものである。行動ログは、動線を管理することで構内の改善やより安全な乗客の誘導を行うため、取得される。

25 以上のように、本発明においては、ホーム端にいる人を距離情報と画像（テクスチャ）情報（以下、単にテクスチャという。）によって識別しながらホーム端上の位置を特定する。同時に人が線路上に落下した場合を確実に検知し、自動的に停止信号などを送出すると同時に対応するカメラの映像を送出する。また、ホーム端上で行動する全ての人間の全行動を記録する。第 4 図に示すように、その全体の処理では、まず人中心特定・カウント処理 2 1 として、距離情報から人の存

在をカウントする処理と、ライン・トラッキング処理 2 2 として、上記人の存在点を時系列で結び、動線を出す処理とを行う。

[人中心特定・カウント処理]

第 5 図に、上記本発明に用いる人カウント・アルゴリズムの概念図を示す。また、第 6 図に人カウント・アルゴリズムのフローを示す。

人数カウント・動線計測プログラムのアルゴリズムは、以下のとおりである。

[1] z 軸の距離を取得し、それを使って、高さ別のマスク画像 (第 5 図の 5, 6, 7) 等を作成する (第 6 図の 3 1)。なお、平面を x-y 軸とし、z 軸を高さ方向とする。また、第 5 図では、簡略化して 3 段階のマスクしか図示されていないが、好適な実施例では 8 段階である。

撮影するカメラは、ステレオカメラであり、距離情報も得られるので、その距離情報から 2 値画像を作成することができる。すなわち、第 5 図において 3 つのマスクを上から順番にマスク 5, 6, 7 とすると、マスク 5 は例えば 1 5 0 ~ 1 6 0 c m の高さ、マスク 6 は 1 2 0 ~ 1 3 0 c m の高さ、マスク 7 は 8 0 ~ 9 0 c m の高さを距離情報から検出して 2 値画像が作成される。第 5 図のマスク内の黒色部分 (数値は 1) は、その部分に何かが存在し、白色の部分 (数値は 0) は何も無いことを意味している。

カメラは上から見ているので、これらマスクにおける 1 0, 1 1, 1 2、あるいは 1 3, 1 4, 1 2 は人の存在を示している。例えば、1 0 が頭に相当し、同じ x-y 座標上の各マスク上に画像データ 1 1, 1 2 が存在する。同じく 1 3 が頭に相当し、同じ x-y 座標上の各マスク上に画像データ 1 4, 1 2 が存在する。1 5 は、例えば荷物であり、人とは認識されない。犬とか、ハトは、複数の画像にデータを持たないので排除される。1 7, 1 6 は背の低い子供と認識される。結局、第 5 図のマスク上には子供を含む 3 人がいると認識され、以下の処理が行われる。

[2] カメラ毎のノイズに合わせて、マスクにモルフォロジー処理を行う (第 6 図の 3 2)。なお、モルフォロジー処理とは、数理形態学に基づく 2 値画像での画像処理の 1 種であるが、公知であり、本発明に直接関係しないので、その詳細な説明は省略する。

[3] 最上位（最上段）のマスク 5 をラベリング（第 6 図の 3 3）し、それぞれの重心を出す（第 6 図の 3 5）。同様に、最下位のマスク 7 まで重心を出す。このとき、それぞれの段階よりも上位の段階で決定した重心を含む領域は、既に数えられたものとして重心を出す処理は行わない。この例では、レベル n（マスク 5）で 2 人、レベル 2（マスク 6）で 1 人、レベル 1（マスク 7）で 0 人、合計 3 人の人がいることを認識する。

ここでラベリング及び重心を出す処理を説明すると、以下のようになる。

第 5 図に示すように、距離情報から高さ方向でスライスを複数作り、それを 2 値画像にする。この 2 値画像をラベリング（分別）をして重心を計算する。ラベリングは、画像処理の一般的な手法で、塊がいくつあるかを数える。そして、その塊単位で重心を計算する。上記重心を出す処理とラベリングの具体的方法を、第 7 図～第 9 図を用いて説明する。

第 7 図、第 8 図は、ラベリング処理の説明図である。第 7 図のように、まず所定距離の画像からスライスした各段階（レベル）において 2 値画像を作成し、その 2 値図形に対して、連結成分を 1 つの領域としてラベル付けをする。

ラベリングの方法は、全画素を左下から右上に走査する。第 8 図に示されるように、その走査が 1 の画素に出会ったならば、その画素に 1 番目のラベルを貼り付ける。引き続き走査を実行し、その際の画素が 1 番目のラベルに連結しているならば、これらの画素にも 1 番目のラベルを貼り付ける。また、1 の画素ではあるが、その領域が先の領域とは別の場合は、新しいラベルを貼り付ける。第 7 図では 2 値画像で 1 と 0 の領域に分かれていたが、ラベリング後は、第 8 図のように背景である 0 の領域と各塊単位でラベリングが行われ、同時にこの場合は 3 個の塊があることが分かる。

第 9 図は、重心を出すときの説明図であり、ラベリング後に得られた、各領域（塊）単位で重心の計算を行う。計算方法は、第 9 図に表示されているように、その領域の x 座標、y 座標をそれぞれすべて足し合わせ、その画素数（面積）で割る。その平均値（平均座標）がその塊の重心座標となる。

実験では、混雑時にステレオカメラ 1 台の視野の範囲で、15 人位が距離情報だけで識別できた。また、階段のような密集状態でも距離情報だけで、9 割以上

が取得できる。なお、上記重心の高さが一定範囲にあることにより人間であると認識すること自体は、例えば特開 5-328355 号公報に示されるように公知である。

[4] 最終的に出そろった重心を人としてカウントし、人数とする。

5 [ライントラッキング処理]

次に、これら人の重心の移動を追尾し、動線を作成する。第 10 図に、このライントラッキング処理のフローを示す。

上記のようにして、人を重心情報（距離情報）から認識するが、特にホーム上が混雑していたりして複数の重心情報が存在する場合、重心情報だけでは動線を
10 結ぶ場合に前の点と次の点が同一人物かどうかの識別が正確にはできない（ただし、前フレームと次のフレームを比較して、どちらの可動探索範囲にも 1 人しかいないときは、その両点を結んで動線とすることができる。）。

そこで、後述する高次局所自己相関特徴（テクスチャ情報）を用いて人の同一性を判定する。

15 以降の処理を説明すると、

[5] 1つのカメラのカバー範囲の画面上で、z 軸の値が正確に出る範囲を 3×5 の領域に区切り（混雑状況マップ）、それぞれに存在する人数をカウントする（第 16 図の 81）。なお、上記一つのカメラのカバー範囲を「フレーム」という。

[6] 次に、前フレームまでのライン（軌跡）と、これらの人とのつながりを
20 検査し、以下の如く同じ人の中心をつなぐ（第 10 図の 42）。

[7] それぞれのラインは、出現してからのフレーム毎の「x 座標」・「y 座標」・「z 軸の値」の他に、「出現してからのフレーム数」、「終端の高さレベル（マスク画像の 4 段階）」、「終端周辺のテクスチャから導いた平行移動不変かつ回転不変の局所特徴ベクトル」、「進行方向（上下左右）」、「探索範囲の半径の長さ」、の属性データ（これについては後述する）を持つ。
25

[8] 検査は生きているラインの内で、古いラインから行う（第 10 図の 41）。

[9] 「探索範囲の一辺の長さ」、「進行方向」から探索領域を決定する（「出現してからのフレーム数」が 1 の場合は「探索範囲の一辺の長さ」だけで決定する）。

[10] つなぐ人を決定する基準は、

(ア)「終端の高さレベル」とのレベル差が1以内である。

(イ)「ある程度の移動量がありながら90度以上の急激なターンを行っている」に当てはまらない。

(ウ)上2つを満たす中で直線距離が最短のもの。

5 である。

[11] ラインにつなぐ相手が見つかった場合、「出現してからのフレーム数」をインクリメントし、新たな「x座標」・「y座標」・「z軸の値」を追加し、「終端の高さレベル」を変更する(第10図の46)。次に、ラインのある程度前の段階での座標と、新たな「x座標」・「y座標」とを比べて、新たな「進行方向」を決定
10 する(第10図の43)。次に、混雑状況マップに於いて、自分を中心とする9領域の内、「進行方向」から判断して背後の3領域を省いた領域に存在する人数により、「探索範囲の半径の長さ」を決定する。そして、新たな「終端周辺のテクスチャから導いた平行移動不変かつ回転不変の局所特徴ベクトル」を導く。

[12] 生きているラインすべてを検査した後、つなぐ相手が見つからなかった
15 ラインの内、出現してからのフレーム数がある程度短いものはゴミとして削除する(第10図の45)。

[13] 一定以上の長さがあり、かつ終端が画面端ではないものについては、テクスチャで補完する。探索領域を細かい領域に区切り、それぞれの領域のテクスチャから局所特徴ベクトルを導く。それらと「終端周辺のテクスチャから導いた
20 平行移動不変かつ回転不変の局所特徴ベクトル」との距離を測り、基準以下の距離を持つものの中で、最も近い距離を持つ領域の中心を使い、[11]を行う。基準以下の距離を持つ領域がない場合はつながない。

すなわち、距離情報が何らかの理由で取れなかった場合、例えば、第20図の拡大図(72)において、現フレームの探索範囲の15ヶ所の特徴点を計算し、
25 その中から最も近い特徴をもつ点が新たな人のいる場所として特定する。

この場合、進行方向、速度、混雑状況で決定された探索領域内に何もなければ、繋ぐ相手がいないものとして動線が途切れることになる。

[14] 一定の長さはあるが、つなぐ先が見つからないラインは死んだラインとする(第10図の44)。なお、死んだラインは、ログ(動線の全記録)として保

存する。

[15] すべてのラインの処理が終了した後に残った、どのラインにもつながらなかった人は、新たなラインの始まりとする(第10図の47)。属性のうち、「探索範囲の半径の長さ」は、原則として混雑状況マップに於ける自分の周辺領域の
5 人数から決定する(第16図の92~94)。すなわち、混雑していると識別性が落ちるので、次の探索範囲も細かくしていくことになる。混雑状況は、基本的に(距離情報がとれない場合以外)距離情報から得られる人数で決定する。この時、距離情報が団子状態になったとしても、人は肩幅があるので人数をカウントできる。

10 [高次局所自己相関特徴]

次に、本発明の特徴の一つでもある前記「高次局所自己相関特徴を用いた認識」について、説明する。なお、「高次局所自己相関特徴を用いた認識」の原理は、詳しくは「パターン認識 理論と応用」(大津展之他著、朝倉書店1996年初版発行。)に記載されている。この発明は、上記「高次局所自己相関を用いた認識手法」
15 を回転移動不変に拡張してからホーム上の監視システムに適用した点に特徴がある。

高次局所自己相関特徴は、後述するように局所特徴故の平行移動不変や加法性の特性を有する。さらにそれを回転移動不変になるようにして利用している。すなわち、同じ人が歩く方向を変え(上から見て回転)しても、上記高次局所自己
20 相関特徴は変わらないので同一人物と認識できる。なお、高次局所自己相関特徴は、加法性の特性を利用して高速に計算するために各ブロック単位に計算し、ブロック毎に保持する。

こうして、あるブロックにいた人が、他のブロックに移動した場合。前記重心情報が両ブロックに存在することになるが、上記最初のブロックの高次局所自己
25 相関特徴が次のブロックの高次局所自己相関特徴と同じであるかどうかを認識することにより、両ブロックに存在する前記重心情報(人情報)が同一人物のものかどうか判定できるのである。このようにして、同一人物の前後の動線を結ぶことができる。動線は重心点を結ぶことにより作成される。このテクスチャ利用の探索処理のフローを第17図に示す。

以下、高次局所自己相関特徴による認識について第 1 1 図～第 1 4 図を用いて説明する。

・高次局所自己相関特徴による認識

まず画像（テクスチャ）情報から対象の特徴を抽出する。

- 5 ここで用いる高次局所自己相関関数は、以下のように定義する。画面内の対象画像を $f(r)$ とすると、 N 次自己相関関数は、変位方向 ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_N$) に対して
- (数 1)

$$x^N(a_1, a_2, \dots, a_N) = \int f(r) f(r + a_1) \cdots f(r + a_N) dr$$

- 10 で定義される。ここでは、高次自己相関係数の次数 N を 2 とする。また、変位方向を参照点 r の周りの局所的な 3×3 画素の領域に限定する。平行移動による等価な特徴を除くと、2 値画像に対して特徴の数は全部で 25 個になる（第 1 1 図の左側）。このときの各特徴の計算は、局所パターンの対応する画素の値の積を全画素に対して足し合わせ、1 枚の画像の特徴量とする。
- 15 この特徴は平行移動パターンに対して不変であるという大きな利点がある。一方、ここで前処理として利用しているステレオカメラからの距離情報を使った対象領域のみを取り出す手法は、対象を確実に切り出せるが、切り出す領域が不安定という欠点がある。そこで、認識のためにこの平行移動不変の特徴を用いることで、切り出しの変化に対するロバスト性を確保した。すなわち、小領域内の対
- 20 象位置の変動に対して、この特徴の持つ平行移動に対する不変性の利点が最大限に発揮される。

- 第 1 1 図に 25 個 + 10 個 = 35 個の高次局所自己相関特徴を示した。サイズ 3×3 のマスクの中心は参照点 r を示している。“1”で示された画素は加算され、“*”で示された画素は加算されない。次数を 2 とした場合は図の左側に示した
- 25 25 個のパターンが創出されるが、0 次と 1 次の場合の積和の値域が大きく異なることを補正する（正規化する）意味で、0 次と 1 次の場合のみ同じ点を積和するパターンを付け加え全部で 35 個のパターンとする。しかし、このままでは平行移動には不変であるが、回転には不変でない。そこで、第 1 4 図に示したように、

回転して同等となるパターンを足し合わせて1つの要素となるようにパターンをまとめた。結果として、ベクトルの要素は11個となるものを利用した。また値の正規化のために4つのパターンを1つの要素とする場合には4で割った値を利用した。

- 5 具体的には、この 3×3 のマスクが対象画像を1画素ずつシフトして全体をスキャンする。すなわち、 3×3 マスクを全画素上で動かし、そのときに1とマークのある画素の値同士を掛け合わせた値を 3×3 のマスクを画素単位に動かすたびに足し合わせて行く。つまり積和となる。2とあるのはその画素の値を2回掛けること（2乗）を意味し、3とあるのはその画素を3回掛けること（3乗）を意味する。

この操作が35種の全てマスクについて実行された上で、 $(8 \text{ bit}) \times (x \text{ 画素数}) \times (y \text{ 画素数})$ の情報量を持つ画像が11次元のベクトルに変換される。

- そして、最も特徴的な点として、これらの特徴は局所領域で計算されるため平行移動および回転移動に対して不変である。よって、ステレオカメラからの切り出しは不安定であるが、たとえ対象に対する切り出し領域はずれても、各次元の
15 特徴量は近似する。第12図の画像と第13図の表はその例である。この場合は25次元でグレー画像に対するベクトル要素の上位2桁を示した例である。顔の切り出し画像が3枚の各図でずれているが、表で示した各ベクトルの上位2桁の要素は完全に近似している。もしテンプレートマッチングによる手法を単純に用
20 いた場合は、距離情報による切り出しのずれが認識率に決定的な影響を及ぼす。つまり、この特徴は切り出しの不正確さに対してロバストである。このことが高次局所自己相関特徴とステレオカメラによる切り出しを組合せた最大の利点である。

- また、ここでは画像の画素の値は基本を8bitのグレー画像を基本と考えるが、
25 カラー画像を使って、RGB（またはYIQ）などの3次元の値に対して個々に特徴を取り、11次元の場合は33次元の1次元ベクトルとすることで、より精度を高めることも可能である。

[動的探索領域決定処理]

ここで、前記探索範囲の動的制御について第15図、第16図；第18図、第

19図を用いて説明をする。

[1] まず、一つの画面上で、距離データが正確に出せる領域を、複数に区切る(第15図の51, 第16図の81)。

[2] 人中心特定・カウント処理によって人の中心(と思われる)点を得られているので、それぞれの区域に何人が存在するかカウントする(第15図の52, 第16図の81)。

[3] 新たにラインの最後尾となった点に関して、ラインログを用いて次のフレームでの進行方向を特定する(第15図の53, 第18図の61~65)。

[4] 第18図に示すように、点の存在する区域の周囲の内、進行方向を優先させ、また第16図に示すように、選び出した区域の人数をカウントし、その人数にあらかじめ定めておいた定数を積算し、探索範囲の領域を決定する(第15図の54)。具体的には、第19図に示したように、停止状態から始まって、混雑度合いと速度に応じてその探索範囲を動的に多段階に変更して、動線を繋ぎ合わせたり探索したりする。探索範囲において、進行方向の正反対に関しては、あらかじめ定めておいた適当に小さい値を探索範囲の半径とする。

[5] 既出のラインに繋がらず、初めて現れたと思われる人物の点に関しては、周囲の区域を等しく扱い、人数をカウントし、あらかじめ定めておいた定数を積算し、探索範囲の半径とする。

[テクスチャー高速探索処理]

次に、この発明におけるテクスチャー探索処理を高速に行うための工夫を第20図を用いて説明する。

第19図の1段階の探索範囲(第20図の71)を例にとると、例えば、第20図の72に示すように、上記探索範囲を24のブロックに分けて計算し、高次局所自己相関特徴を各ブロック毎に保持する。

そして、まず前フレームにおける対象の人のいた領域を第20図の73の4ブロック単位で保持する。上記ブロックを4つを1単位として高次局所自己相関特徴を比較し、次の移動先を探索する。なお、該4ブロックの大きさは、人が一人入る程度の大きさである。したがって、4ブロックに複数の人が入ることは殆どない。仮に、複数の人の重心情報があっても、距離が近い方、次いでテクスチャ

の類似度から識別される。

4ブロックを第20図の下方に示した[1]～[15]のように15ヶ所のみを疎に探索することにより、計算量を大幅に削減できる。高次局所自己相関特徴は、平行移動不変、回転不変の特徴があるので、正確に人が上記4ブロックの範囲内に入っていなくても、7割程度の対象が上記4ブロックの範囲内に入っていれば近似したベクトルが得られるので、疎な検索は十分可能である。なお、通常の画像検索と異なり、上記高次局所自己相関特徴は加法性があるので、[1]のベクトルの計算は、 $a + b + g + h$ となり、一次元ベクトルの加算でよい。この加法性を利用した上記疎検索により、計算量が半分以下となる。すなわち、現フレームの探索範囲内の上記第20図の[1]～[15]の15ヶ所の特徴点を計算し、その中で最も近い特徴点を持つ点が新たに同じ人がある領域と判定する。第20図の72のように、24ブロック($a, \dots, x$)に分けて予め特徴を計算したのは、15ヶ所 $\times$ 4ブロック=60ブロックの計算量を24ブロックの計算量にとどめるための工夫である。

これらをまとめると、以下のようになる。

・探索範囲における動線の決定方法

1. 距離情報から得られた人の重心を探索範囲内でつなげる。

2. 探索範囲内において距離情報から求められなかった場合、テクスチャ情報を使って回転フリーの情報（高次局所自己相関特徴）で探索をする。

3. 距離情報+テクスチャ情報を使って動線の精度を高める。

すなわち、基本は、まず距離情報から動線を求め、高次局所自己相関特徴は探索範囲内に人がいない場合に使われるのである。

・テクスチャの高速探索方法

1. 高次局所自己相関特徴自身は一回の操作で探索範囲内において24ブロックに分けて保持する。

2. 直前の操作で記憶した対象の特徴量を探索範囲内において、ベクトルのユークリッド距離で比較する。

直前にブロック別に特徴を保持することで、各場所における特徴量は4つの足し算で高速に求められる。

なお、ここで上記ユークリッド距離について説明する。

直前の人がいたエリアから得られた局所特徴（以下、「高次局所自己相関特徴」を簡略化して「局所特徴」という。）と、現フレームのその人が移動したと思われる候補のエリアの局所特徴とを比較し、人の動線を出す場合、まず距離画像から得られた人のいるホームのx y 2次元座標で考えて近い方に繋げる。ここまでは、一般的な2次元座標上での距離のことである。しかし、繋ごうとする候補がホーム上の距離で同距離にあったり、不明の場合、テクスチャから得られた局所特徴のベクトルで計算して信頼性を高めることになる。ここからは得られた領域同士が同じ対象（模様）であるかを判断するために前記局所特徴を使うことになる（ホームの上の座標と全く別の座標である。）。

自分の直前位置のエリアの局所特徴（テクスチャ）と距離から得られた候補点のエリアの局所特徴＝2つのベクトル

$$A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$$

$$B = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$$

があるこのときのユークリッド距離は2乗平均をとり $\sqrt{((a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2)}$ となる。もし全く同じテクスチャならば距離は0になる。計算方法の基本は一般の3次元までの直線距離算出手法と変わらない。

上記全体動線管理アルゴリズムの具体例を第21図に示す。

・各カメラ単位で人の動線を特定する。

・各カメラは時間同期が取れており、かつ隣り合うカメラ同士は共有領域（のりしろ）をもって連続2次元座標が設定できるように配置されている。そして、各カメラの動線情報を集積することで、全体管理マップ上で全カメラ視野内の動線を作成することができる。

・第21図の場合、各カメラ単独で人を特定し、その動線を繋ぐ。ここでカメラ1の6番目のポイントとカメラ2の1番目のポイントは2次元座標と時間が一致するので、連続した動線として全体動線管理マップでは管理される。こうすることにより、複数のカメラから作られる2次元座標内の全動線を管理できる。

・動線を繋ぐ際には、時間、2次元座標だけでなく、高さ（慎重）、テクスチャ

情報（頭や服の色）を使って信頼度を高くすることも可能である。

〔領域監視・警告処理〕

次に、領域監視・警告処理フローを第22図に示す。

第22図に示す領域監視・警告処理フロー（落下判定等のアルゴリズム）は、

5 以下の通りである。

〔1〕線路上の領域に人がいるとき、高さがホーム（例えば、1.5m）よりも高ければ（例えば、手だけホーム外にある場合）衝突注意処理を、低ければ落ちたと判断し、落下警報処理を行う。

10 〔2〕ホーム上の危険領域に人がいるとき、ライントラックを行っていない場合、即、退避勧告処理を行う。また、ライントラックを行っている場合、ログから判断して、危険領域に留まり続けているならば、退避勧告処理を行う。

このようにして、この発明のシステムは、ホーム端上の人の位置、動きなどから、予め注意を呼びかける状況、そのアナウンス、および映像を転送する状況を
15 予め登録する手段を与える。さらに、カメラ装置に音声合成機能を付加することで、その状況に応じたアナウンスを予め登録された合成音声によってカメラ単位で乗客に伝える。

以上まとめると、以下の如くなる。

1. 落下の自動検知：距離情報を静止画と動的な変化を見て判断する。

20 距離情報を用いるので朝日や夕日が射し込んだり、影が激しく変化したりする状況でも確実に落下を検知できる。また、新聞、ダンボール、鳩・カラス、荷物などを無視できる。

・判断結果は3段階などで伝える。

a. 確実に落下→停止信号の送信、警報の発生。

b. 何かあるかも→その画像をスタッフルームに転送。

25 c. 確実に鳩やゴミなど→無視。

・線路に人がいる状況判断も以下の2種類を判断できる。

a. ホームから落ちた。

b. 線路側から歩いてきた。

・危険地域（ホーム端ギリギリ）にいるものに対して警告できる。

a. 人には音声で警告。動かなかったら画像を転送。

b. 荷物の場合も画像を転送。

ここで使う情報はグレー画像から得られる時系列距離情報のみ。

2. 人の動きの追跡：距離情報を静止画で、また同時にテクスチャ情報（カラー画像）を利用して追跡する。

・人が混雑している状況でも間違えないでリアルタイムで動線管理できる。

・テクスチャを位置、回転に対して対応できる高次局所自己相関特徴でも追跡するので、距離とテクスチャ両方でより正確にできる。

・人を追いかける範囲を混雑状況に応じて動的に変化させるので、ビデオレートで実現できる。

・距離情報とテクスチャ情報を両方使うので、人が交差したときに正確に人の軌跡を判断する交差判定もより正確にできる。

産業上の利用可能性

15 以上述べたように、本発明の装置によれば、駅の線路側ホーム端において複数のステレオカメラにより該ホーム端を撮像し、ホーム端にいる人を距離情報とテクスチャ情報によって識別しながらホーム端上の位置を特定することにより、線路側ホーム端における人の線路転落の確実な検知、および複数の人の識別とその全行動ログの取得する駅ホームにおける、より確実な安全監視装置を提供できる。

20 また、上記構成において、人間のホームなどの空間における動線のログを取得して保存する手段を備えること、またさらに、前記各ステレオカメラからの画像情報に基づき認識対象を抽出する手段が、高次局所自己相関を用いた高解像度画像での認識を行うことを用いることにより、上記識別を確実なものとすることができる。

25 また、上記構成において、前記距離情報と画像情報両方から対象を認識する手段が、高さの異なる複数のマスク上の重心情報から人和其他のものを識別すること、および、上記構成において、ホーム端の前記距離情報と画像情報を取得し、線路範囲上方における画像情報の検知および該画像情報の距離情報から、人の落下もしくは人等のホーム外への突出を識別し、警報を出すことにより、より安全度の

高い、確実な駅ホームにおける安全監視装置が提供できる。

請求の範囲

1. 駅の線路側ホーム端において複数のステレオカメラにより該ホーム端を
撮像し、各ステレオカメラ単位で視野内の撮像画像とホームの座標系に基づいた
距離情報に基づく画像情報を生成する画像処理手段と、前記各ステレオカメラか
5 らの距離情報と画像情報に基づき対象を認識する手段と、認識された対象の状態
から安全を確認する手段とからなることを特徴とする駅ホームにおける安全監視
装置。

2. さらに、人間のホームなどの空間における動線のログを取得して保存す
る手段を備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の駅ホームにおける安全
10 監視装置。

3. 前記各ステレオカメラからの距離情報と画像情報に基づき対象を認識す
る手段が、高次局所自己相関特徴を用いた認識を行うことを特徴とする請求の範
囲第1項記載の駅ホームにおける安全監視装置。

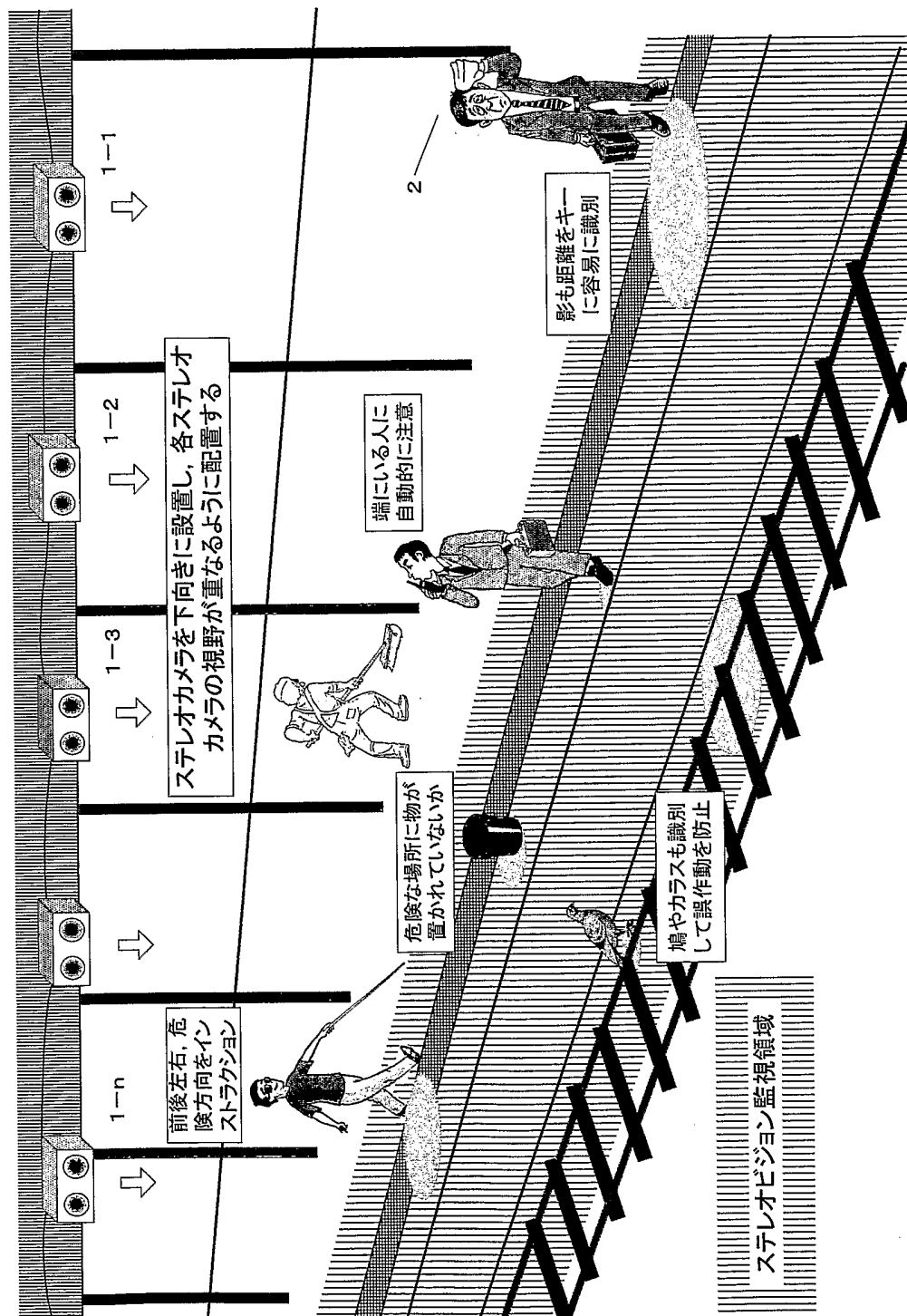
4. 前記距離情報と画像情報から対象を認識する手段が、高さの異なる複数
15 のマスク上の重心情報から人と他のものを識別することを特徴とする請求の範囲
第1項記載の駅ホームにおける安全監視装置。

5. 安全を確認する手段がホーム端の前記距離情報と画像情報を取得し、線
路範囲情報における画像情報の検知および該画像情報の距離情報から、人の落下
もしくは人等のホーム外への突出を識別し、警報を出すことを特徴とする請求の
20 範囲第1項記載の駅ホームにおける安全監視装置。

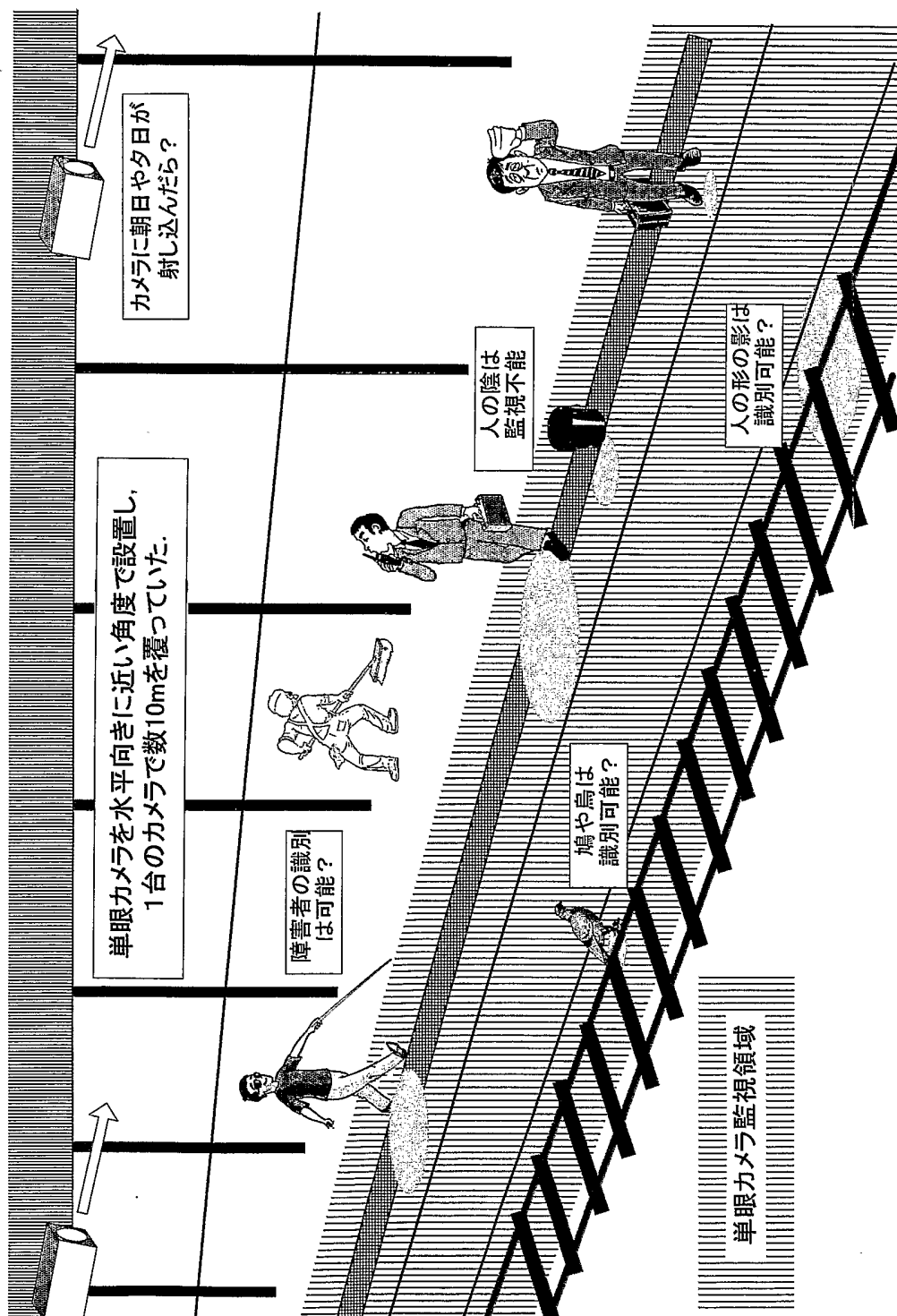
6. 前記高次局所自己相関特徴が所定の範囲の所定の箇所に存在する前後の
時系列の距離情報を同一人と同定するために用いられることを特徴とする請求の
範囲第1項記載の駅ホームにおける安全監視装置。

7. 前記所定の箇所は所定の範囲内を複数のブロックに分けたものであり、
25 前記時系列の次の距離情報の探索が上記複数のブロックの内の複数個を単位とし
て前記高次局所自己相関特徴を計算することにより行われることを特徴とする請
求の範囲第6項記載の駅ホームにおける安全監視装置。

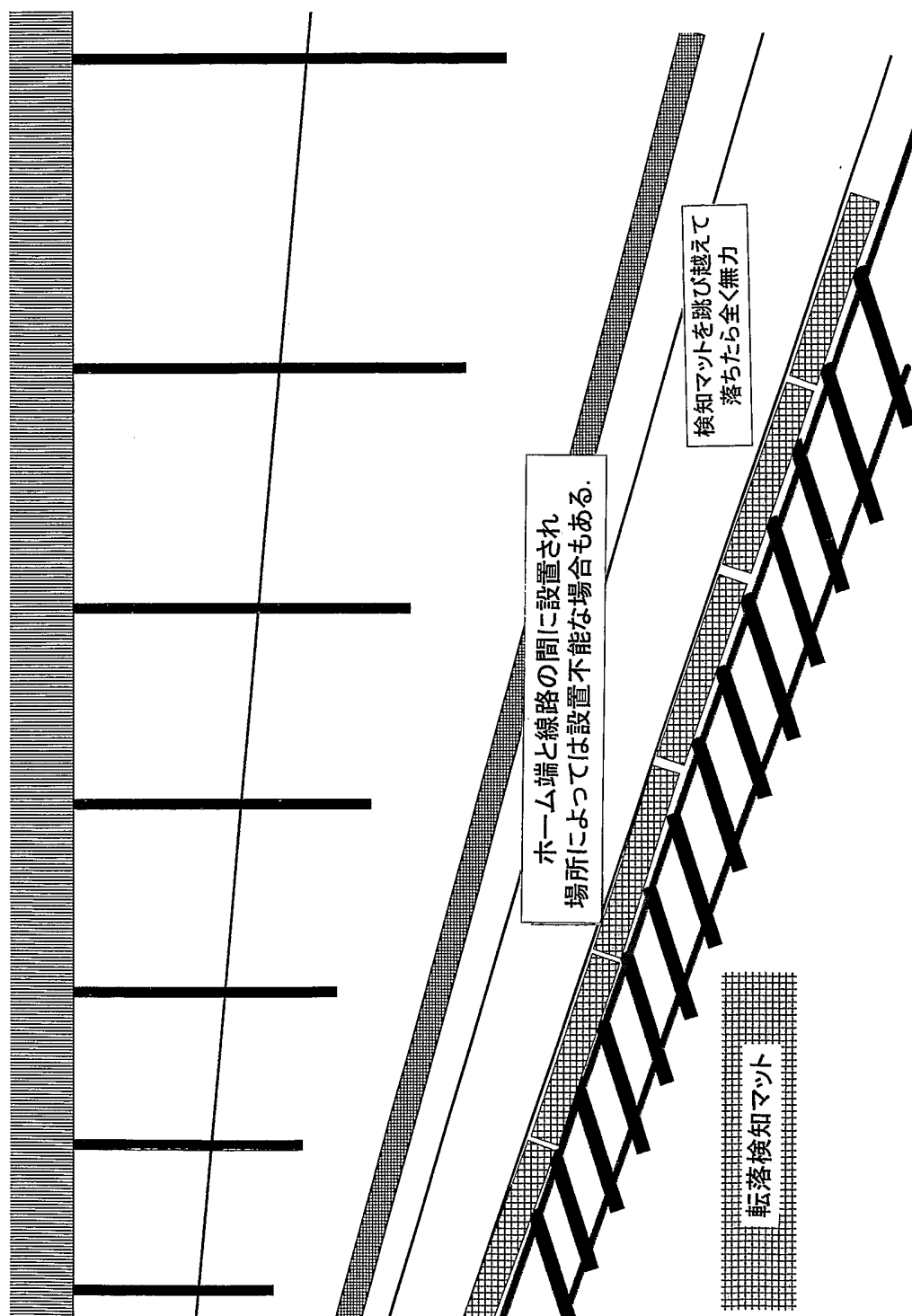
第1図



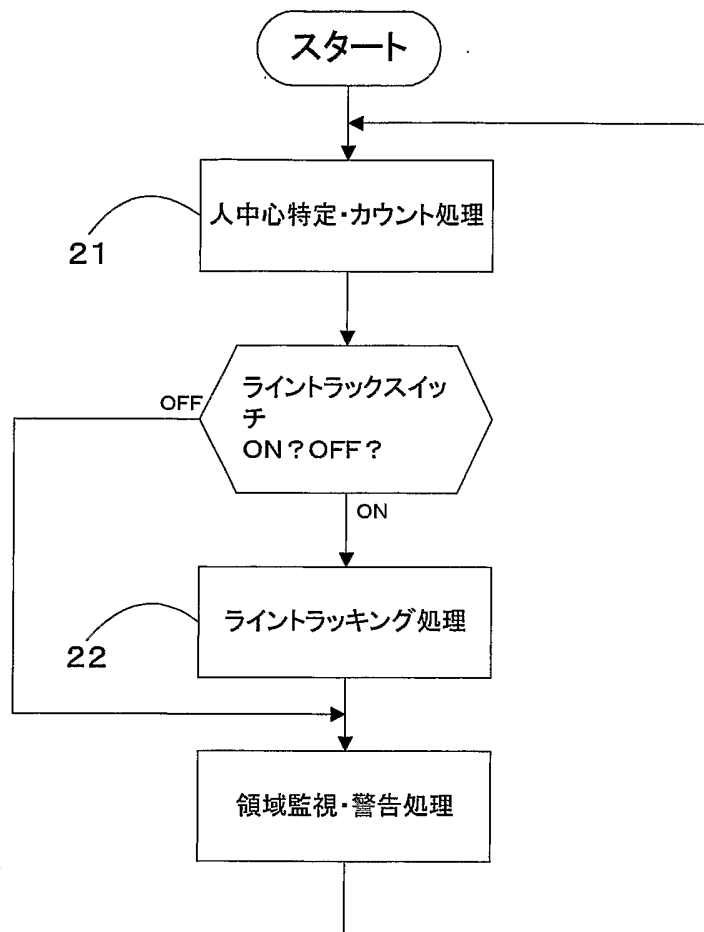
第2図



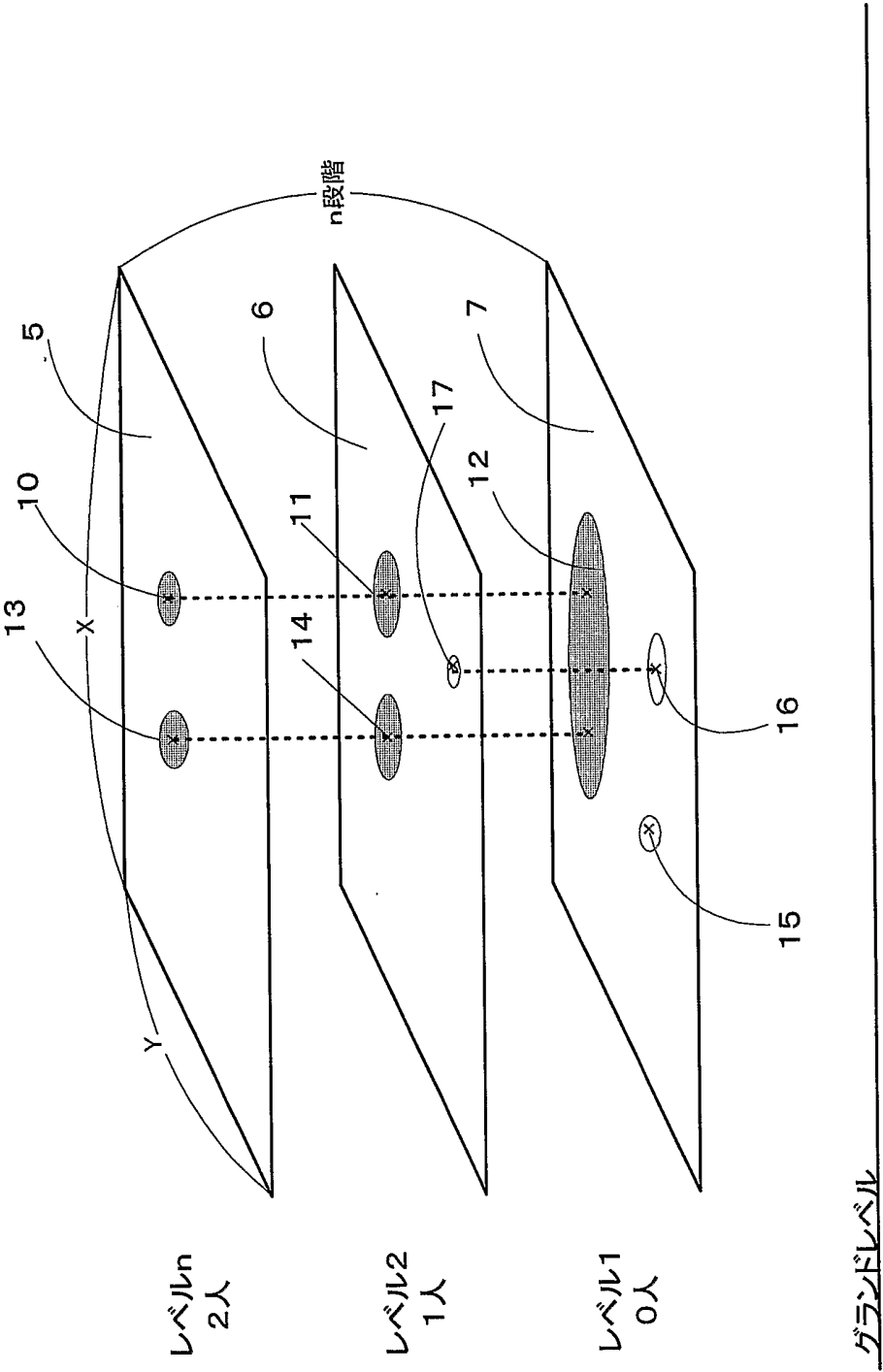
第3図



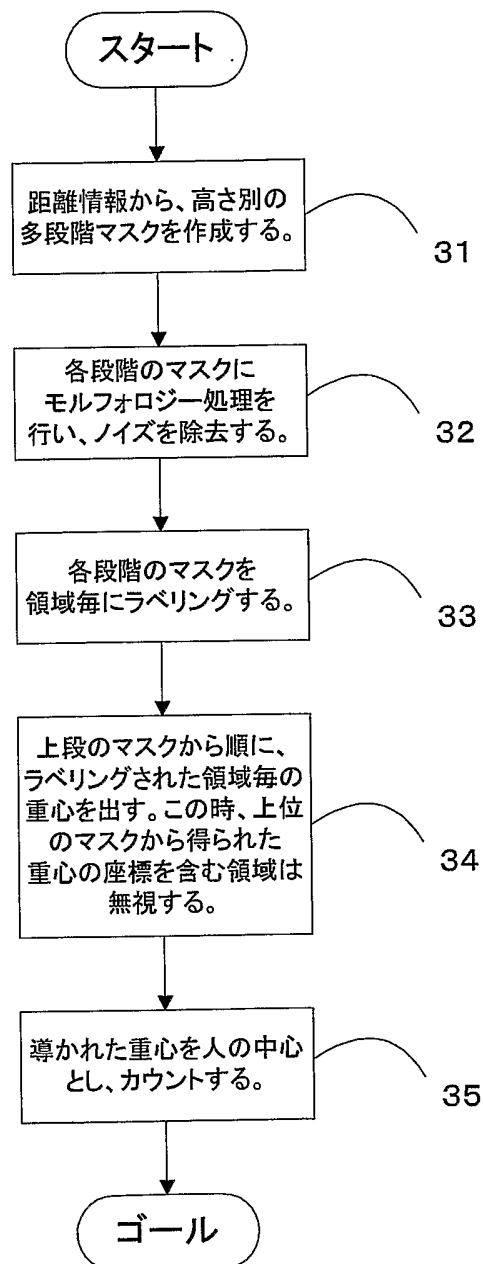
第4図



第5図

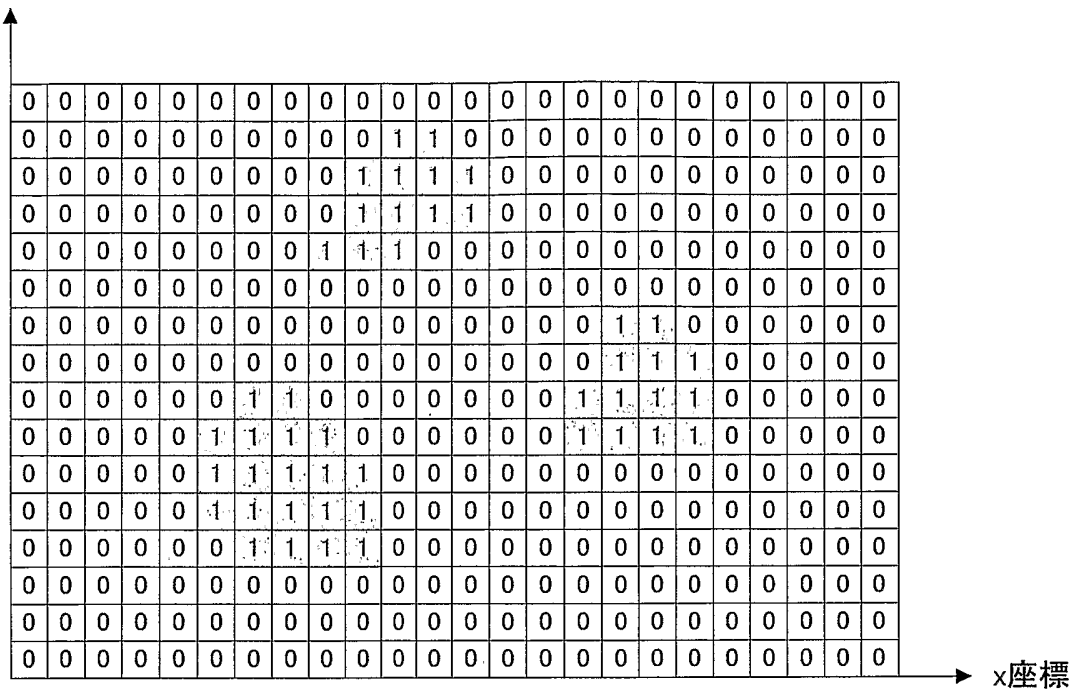


第6図



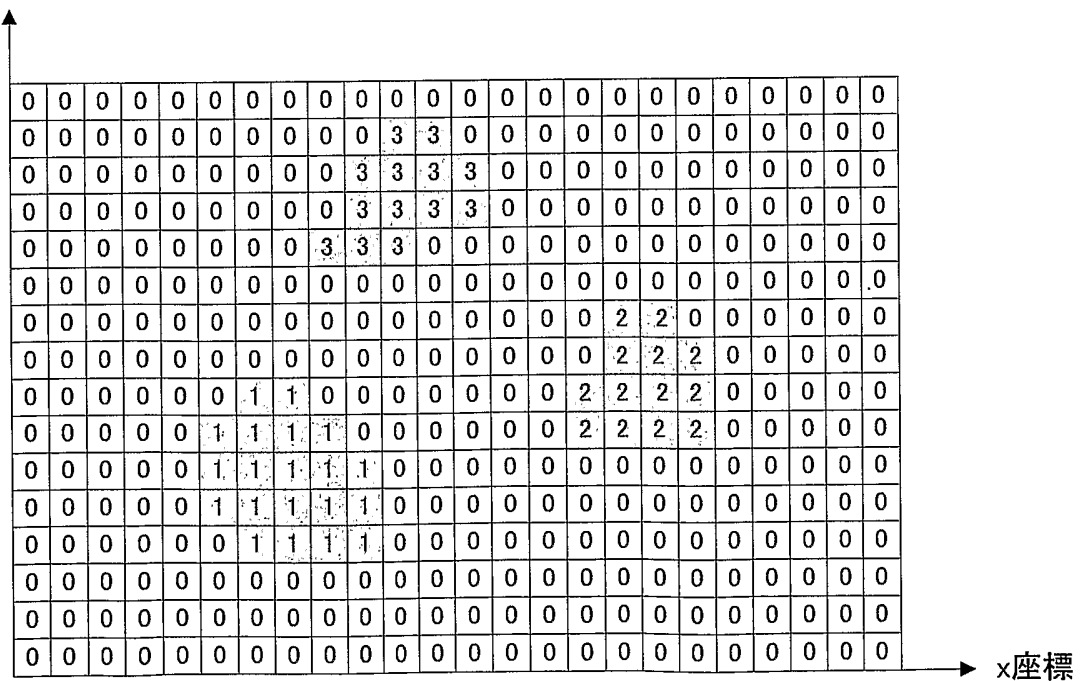
y座標

第7図

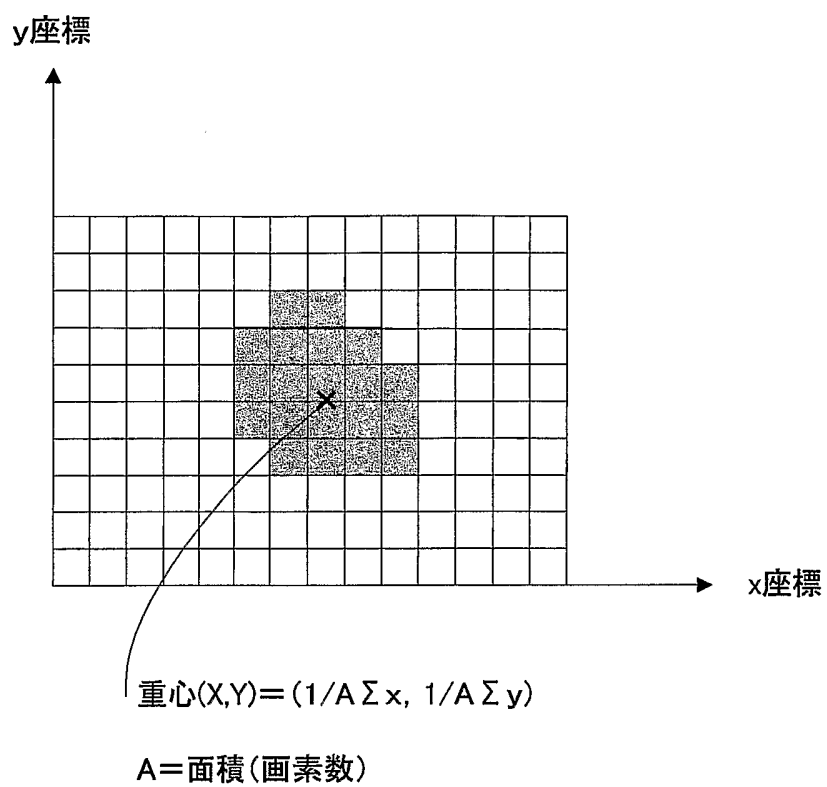


第8図

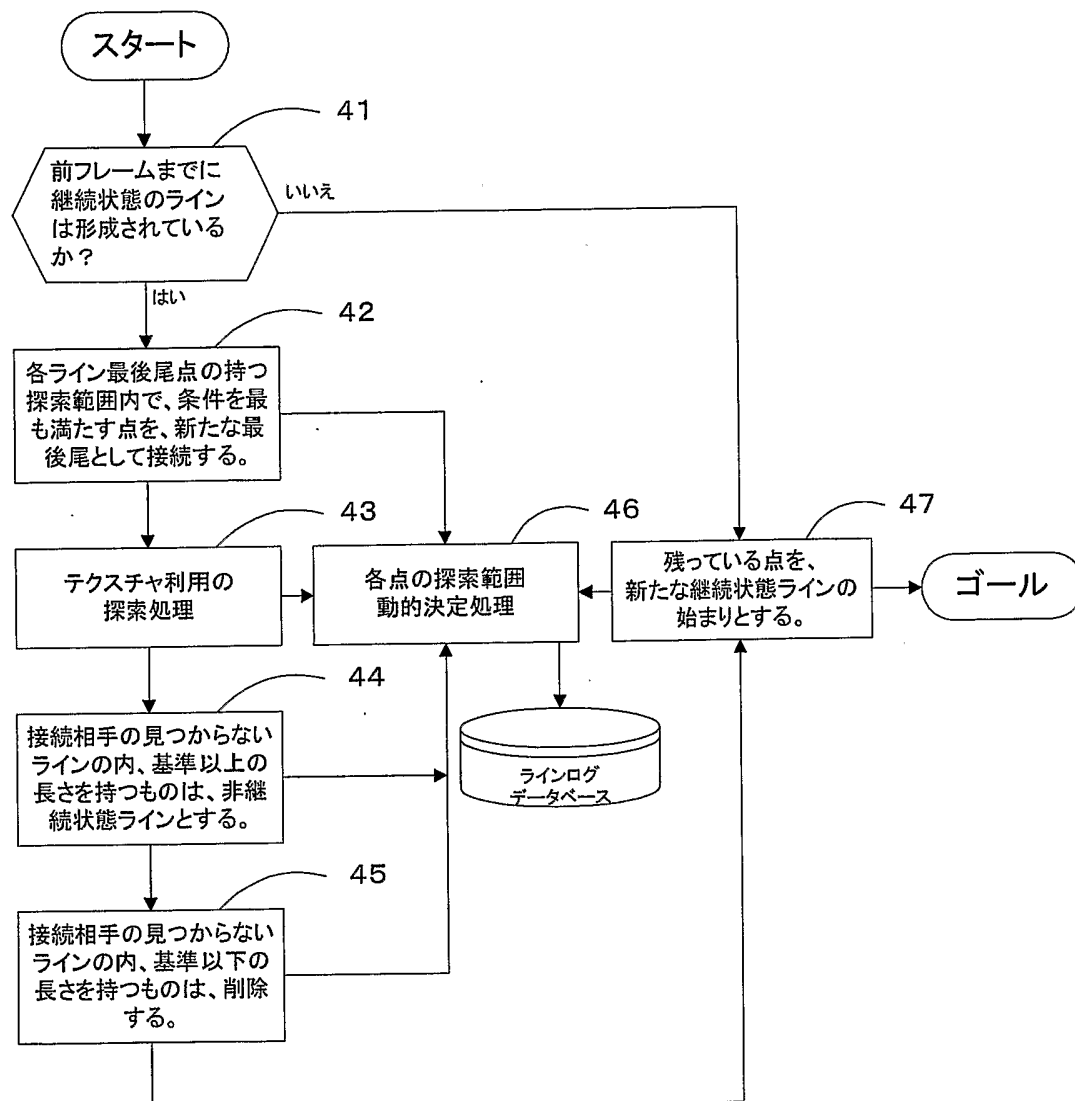
y座標



第9図



第10図



第 1 1 図

*	*	*
*	1	*
*	*	*

No.1

*	*	*
*	2	*
*	*	*

No.26

*	*	*
*	3	*
*	*	*

No.27

*	*	*
*	1	1
*	*	*

No.2

*	*	1
*	1	*
*	*	*

No.3

*	1	*
*	1	*
*	*	*

No.4

1	*	*
*	1	*
*	*	*

No.5

*	*	*
*	2	1
*	*	*

No.28

*	*	*
*	1	2
*	*	*

No.29

*	*	*
1	1	1
*	*	*

No.6

*	*	1
*	1	*
1	*	*

No.7

*	1	*
*	1	*
*	1	*

No.8

1	*	*
*	1	*
*	*	1

No.9

*	*	1
*	2	*
*	*	*

No.30

*	*	2
*	1	*
*	*	*

No.31

*	*	1
1	1	*
*	*	*

No.10

*	1	*
*	1	*
1	*	*

No.11

1	*	*
*	1	*
*	1	*

No.12

*	*	*
1	1	*
*	*	1

No.13

*	1	*
*	2	*
*	*	*

No.32

*	2	*
*	1	*
*	*	*

No.33

*	*	*
*	1	1
1	*	*

No.14

*	*	1
*	1	*
*	1	*

No.15

*	1	*
*	1	*
*	*	1

No.16

1	*	*
*	1	1
*	*	*

No.17

1	*	*
*	2	*
*	*	*

No.34

2	*	*
*	1	*
*	*	*

No.35

*	1	*
1	1	*
*	*	*

No.18

1	*	*
*	1	*
1	*	*

No.19

*	*	*
1	1	*
*	1	*

No.20

*	*	*
*	1	*
1	*	1

No.21

*	*	*
*	1	1
*	1	*

No.22

*	*	1
*	1	*
*	*	1

No.23

*	1	*
*	1	1
*	*	*

No.24

1	*	1
*	1	*
*	*	*

No.25

第12図



f1



f2

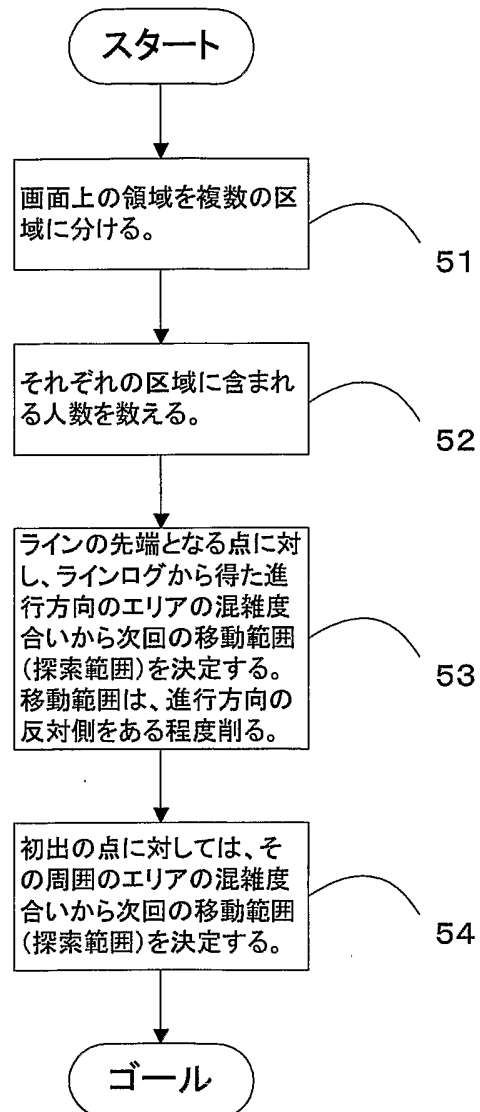


f3

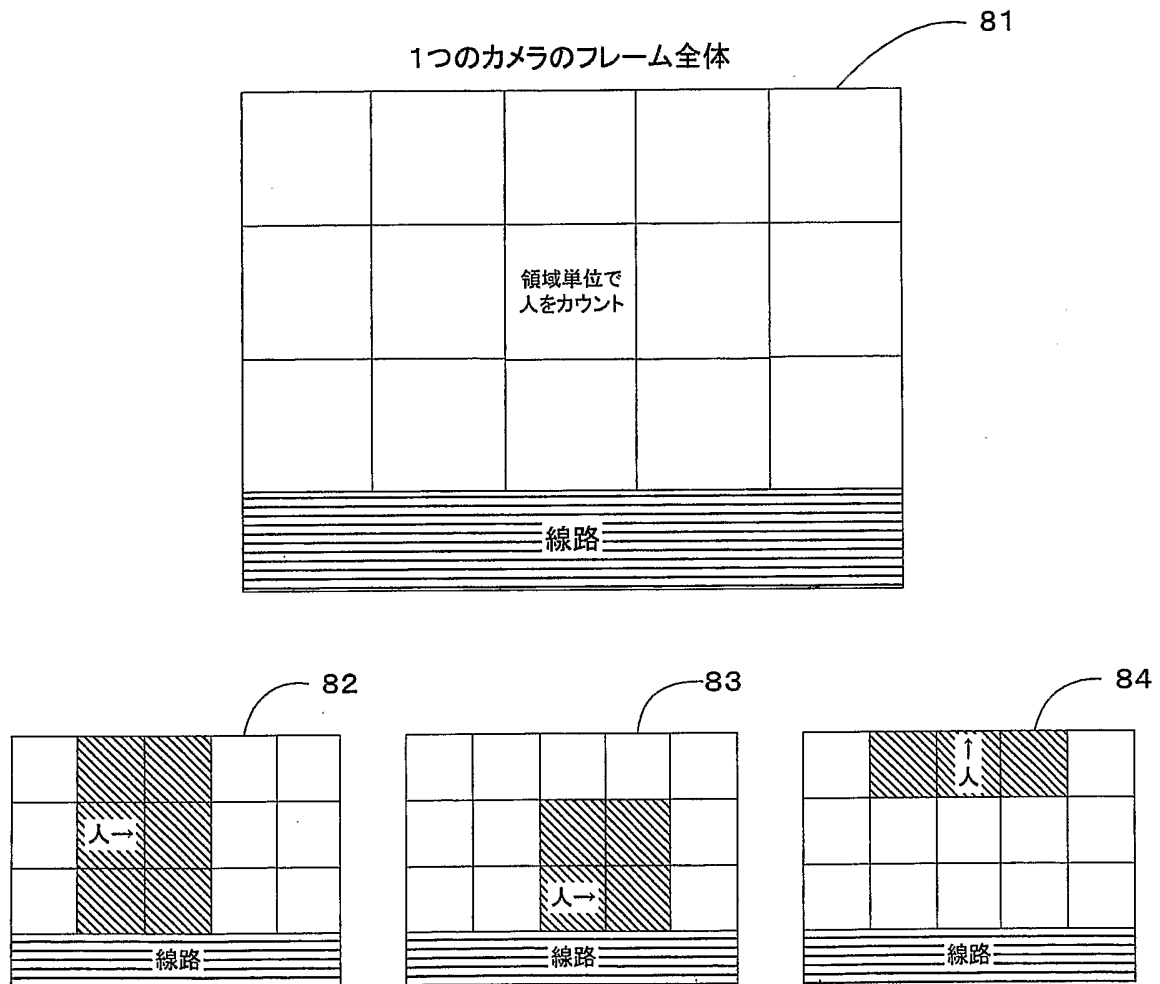
第13図

f1=(27 54 54 54 54 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81 81)
f2=(27 55 54 54 54 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82 82)
f3=(25 51 51 51 51 77 77 77 77 76 77 77 77 77 77 77 76 76 76 77 77 77 76 76)

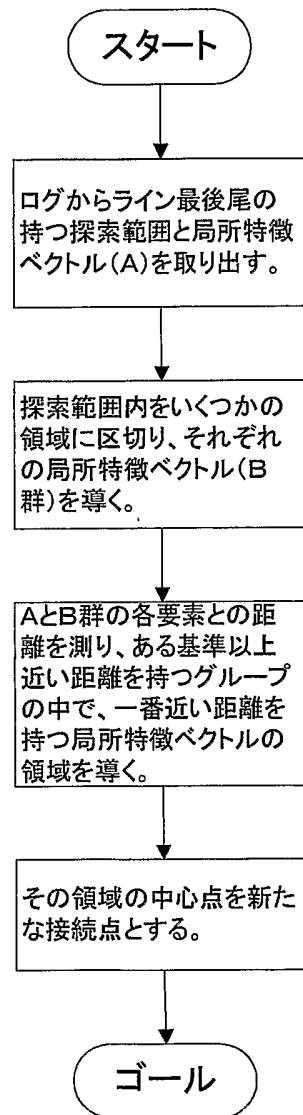
第 1 5 図



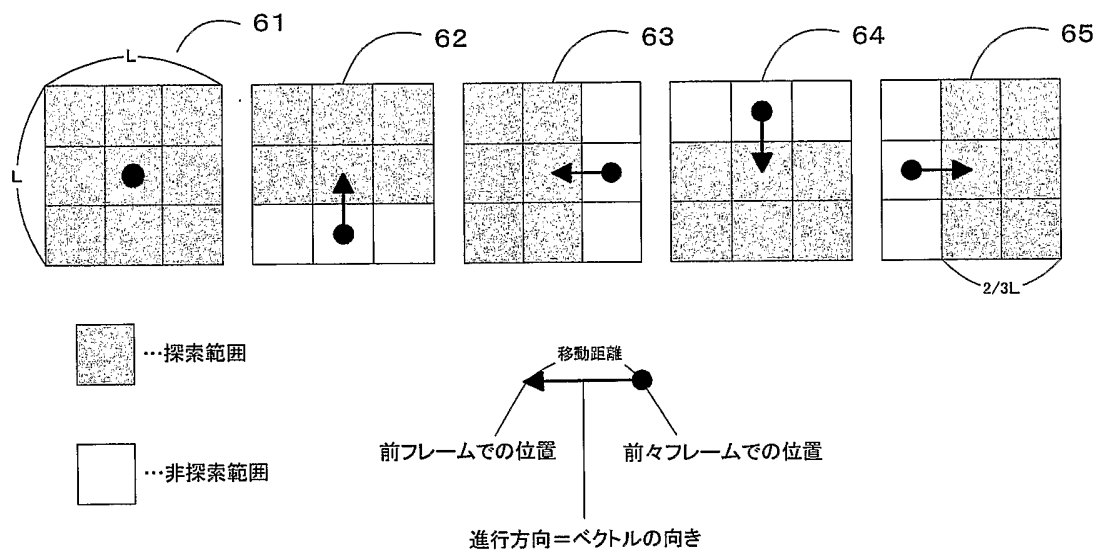
第16図



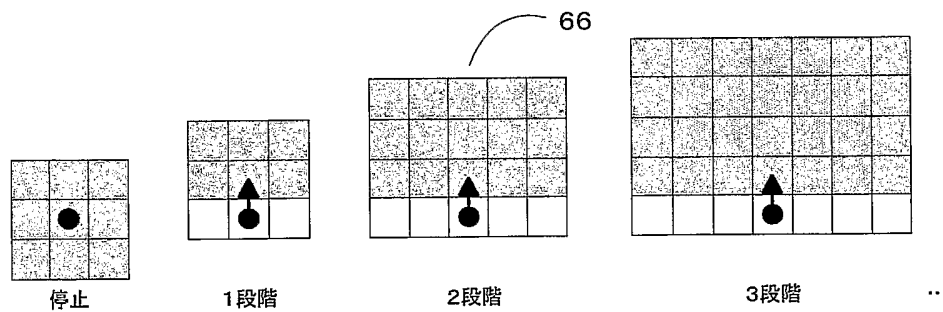
第 17 図



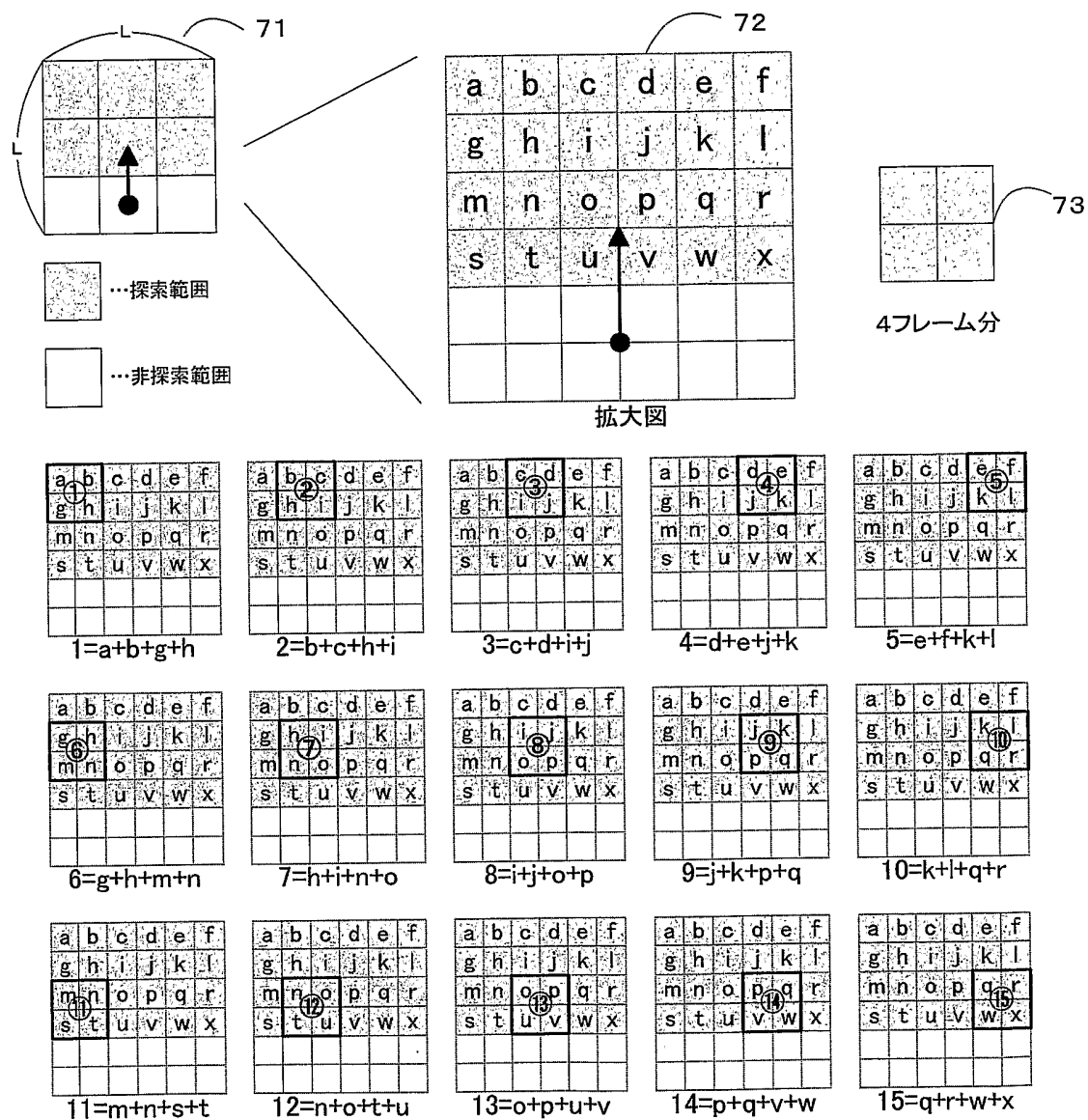
第18図



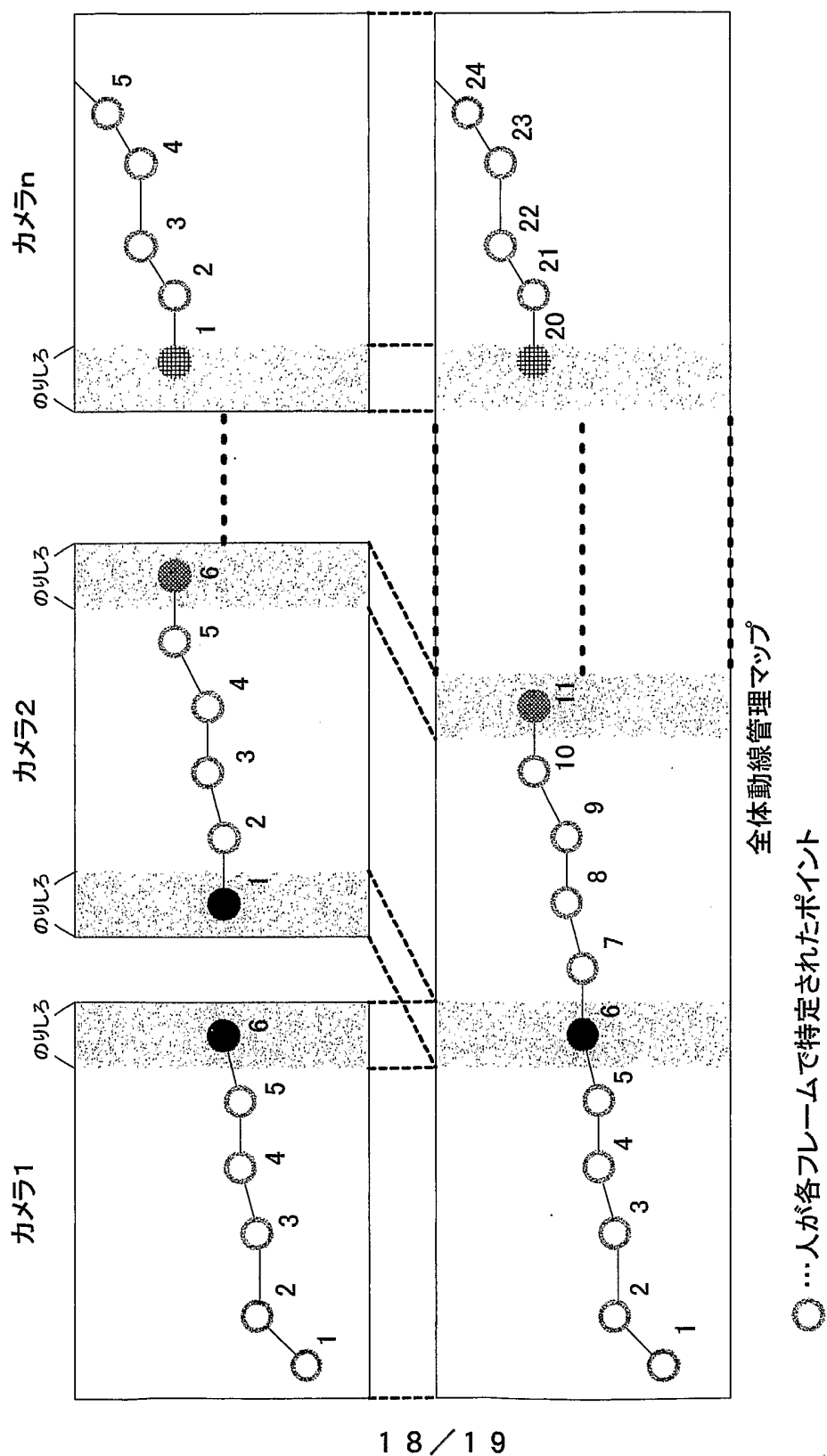
第19図



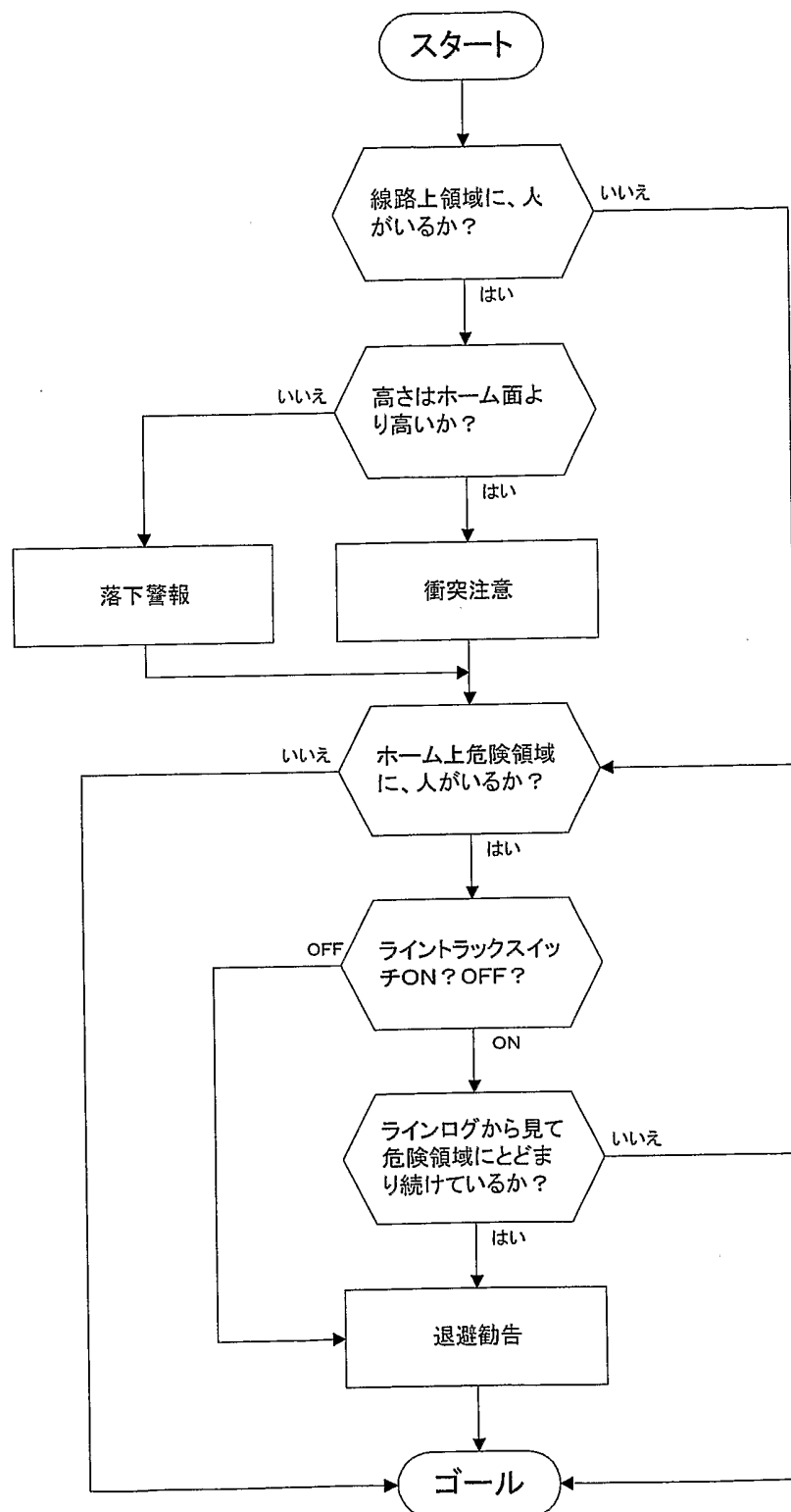
第20図



第21図



第 2 2 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/09378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ B61L23/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ B61L23/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X E, A	JP 2003-246268 A (East Japan Railway Co.), 02 September, 2003 (02.09.03), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1, 5 2-4, 6, 7
Y	JP 10-304346 A (East Japan Railway Co.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-7
Y	JP 9-97337 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-7
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 07 October, 2003 (07.10.03)	Date of mailing of the international search report 21 October, 2003 (21.10.03)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09378

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-143184 A (Katsuyoshi HIRANO, Hisakazu ATODA, The Distribution Economics Institute of Japan), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	2
Y	JP 2001-134761 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 May, 2001 (18.05.01), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	3, 6, 7
Y	JP 7-73388 A (Philips Electronics N.V.), 17 March, 1995 (17.03.95), Full text; Figs. 1 to 3 & GB 2277845 A & DE 4314483 A & US 6167143 A1	4
Y	JP 10-341427 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 December, 1998 (22.12.98), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int Cl⁷ B61L23/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int Cl⁷ B61L23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
EX EA	JP 2003-246268 A (東日本旅客鉄道株式会社) 2003.09.02, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1, 5 2-4, 6, 7
Y	JP 10-304346 A (東日本旅客鉄道株式会社) 1998.11.13, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 9-97337 A (富士重工業株式会社) 1997.04.08, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
07.10.03

国際調査報告の発送日
21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
佐々木芳枝



3H 9132

電話番号 03-3581-1101 内線 9132

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-143184 A (平野勝義, 阿刀田央一, 財団法人流通経済研究所) 2001. 05. 25, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	2
Y	J P 2001-134761 A (日本電信電話株式会社) 2001. 05. 18, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	3, 6, 7
Y	J P 7-73388 A (フィリップス エレクトロニクス ナームローゼ フェンノートシャップ) 1995. 03. 17, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし) & GB 2277845 A & DE 4314483 A & US 6167143 A1	4
Y	J P 10-341427 A (三洋電機株式会社) 1998. 12. 22, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	5