

(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2008-287367

(P2008-287367A)

(43) 公開日 平成20年11月27日(2008.11.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	330B	5B057	
B60R	1/00	(2006.01)	B60R	1/00	A	5C054	
B60R	21/00	(2006.01)	B60R	21/00	624C		
H04N	7/18	(2006.01)	H04N	7/18	J		

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2007-129729 (P2007-129729)	(71) 出願人	899000057
(22) 出願日	平成19年5月15日 (2007.5.15)		学校法人日本大学
			東京都千代田区九段南四丁目8番24号
特許法第30条第1項適用申請有り	平成18年11月25日 日本大学理工学部発行の「日本大学理工学部学術講演会論文集」に発表	(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
特許法第30条第1項適用申請有り	2007年3月15日 社団法人 電気学会発行の「平成19年電気学会全国大会講演論文集」に発表	(72) 発明者	泉 隆
			東京都千代田区九段南四丁目8番24号
			学校法人日本大学内
特許法第30条第1項適用申請有り	平成19年3月25日 日本大学大学院理工学研究科発行の「平成18年度 日本大学大学院理工学研究科修士論文要旨集 (CD)」に発表	(72) 発明者	西本 至孝
			千葉県千葉市稲毛区小中台町1546-1-A-812
		Fターム(参考)	5B057 AA16 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CE02 CE12 DA12 DB02 DB06 DB09 DC14 DC25 5C054 FC05 FC08 FC12 FC14 HA30

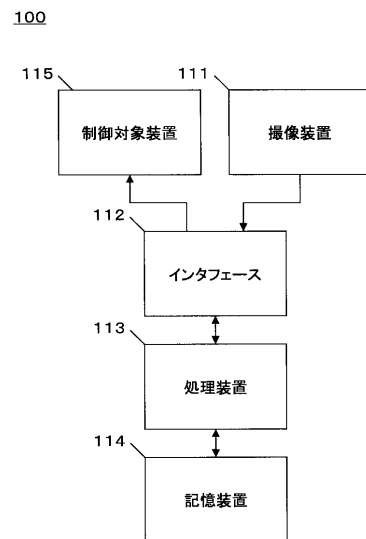
(54) 【発明の名称】 車両検出システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は前方を走行する車両を検出する車両検出システムに関し、車両を確実に検出できる車両検出システムを提供することを目的とする。

【解決手段】本発明は、車両を検出する車両検出システムであって、画像を撮影する撮像手段と、撮像手段により撮像された画像から車両の影の候補を抽出する影抽出手段と、撮像手段により撮像された画像から車両のテールランプを抽出するテールランプ抽出手段と、影抽出手段で抽出した車両の影の候補からテールランプ抽出手段で抽出したテールランプに基づいて車両の影を特定し、車両の影に基づいて車両を検出する車両検出手段とを有することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両を検出する車両検出システムであって、

画像を撮影する撮像手段と、

前記撮像手段により撮像された画像から車両の影の候補を抽出する影抽出手段と、

前記撮像手段により撮像された画像から車両のテールランプを抽出するテールランプ抽出手段と、

前記影抽出手段で抽出された車両の影の候補から前記テールランプ抽出手段で抽出されたテールランプの位置に基づいて車両の影を特定し、車両の影に基づいて車両を検出する車両検出手段とを有する車両検出システム。

10

【請求項 2】

前記テールランプ抽出手段は、前記テールランプの色成分を抽出し、抽出された色成分の画素の塊のうち略平行に配置された画素の塊を前記テールランプとして抽出する請求項 1 記載の車両検出システム。

【請求項 3】

前記テールランプ抽出手段は、前記影抽出手段で抽出された影の候補の上側を探索する請求項 2 記載の車両検出システム。

【請求項 4】

前記テールランプ抽出手段は、前記影抽出手段で抽出された影の候補の上側の該影の候補の横幅の半分までの領域を探索する請求項 3 記載の車両検出システム。

20

【請求項 5】

前記テールランプ抽出手段は、抽出されたテールランプ候補のうち、最も下側のテールランプの候補をテールランプとして認識する請求項 1 乃至 4 のいずれか一項記載の車両検出システム。

【請求項 6】

前記撮像手段は、カラー画像を撮像しており、

前記テールランプ抽出手段は、前記撮像手段で撮像されたカラー画像の R 成分及び G 成分に基づいてテールランプを抽出する請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の車両検出システム。

【請求項 7】

前記車両検出手段は、前記影抽出手段で複数の影の候補が抽出された場合に、前記複数の影の候補のうち上側近傍に前記テールランプ抽出手段によりテールランプが抽出された影の候補を、前記車両の影として特定する請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の車両検出システム。

30

【請求項 8】

前記車両検出手段は、特定した車両の影の位置情報を保持しており、前記影抽出手段で抽出した車両の影及び特定された車両の影の位置情報並びに前記テールランプ抽出手段で抽出したテールランプの位置に基づいて前記車両の影を検出する請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の車両検出システム。

【請求項 9】

前記撮像手段は、単眼カメラである請求項 1 乃至 8 のいずれか一項記載の車両検出システム。

40

【請求項 10】

前記撮像手段で撮像された画像から白線を抽出する白線抽出手段を有し、

前記影抽出手段は、前記白線抽出手段で抽出された白線に応じた範囲について影の探索を行う請求項 1 乃至 9 のいずれか一項記載の車両検出システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は車両検出システムに係り、特に、前方を走行する車両を検出する車両検出シス

50

テムに関する。

【背景技術】

【0002】

先進安全運転支援システムとして最近車両に搭載されているオートクルーズコントロール（ACC）機能では先行車両の検出や距離測定が不可欠である。このようなシステムに適用される車両検出や距離測定には、主に、マイクロ波レーダが使われる。しかし、レーダのみでは前方の詳細な状況把握が困難なため、カメラ画像を使って前方の車両を検出する車両検出システムなどが併用されるのが現状である。カメラ画像を使った前方車両検出システムでは通常ステレオカメラが使われており、ステレオカメラで撮像された画像からそれぞれ車両のバンパーのエッジ等を抽出して、ステレオカメラで撮像された2つのカメラ画像の対応付け処理を行っている。

10

【0003】

ステレオカメラ画像を使った車両検出システムでは、2つの画像を処理し、相互に対応付ける処理を行う必要があるため、処理時間が大きく、高速なCPUなどを用いなければならず、コストがかさむなどの問題点があった。

【0004】

一方、車両を撮像した画像は、車両下の影は明度が非常に低く、バラつきがないという特徴がある。しかし、これまで画像処理において、車両の一部でない影は雑音除去の対象であった。トンネル内、曇り時や夜間においては難しいとされており、車両抽出の要素としては注目されていなかった。

20

【0005】

そこで、上記特徴に着目して、車両内に設置したカメラにより撮影した画像から前方車両の影部分を抽出することによる前方車両検出システムが提案されている（例えば、非特許文献1参照）。これらの車両検出方法は、影の明度が低いことに着目し、画像内の明度の低い画素をカウントして影とそれ以外を判別する閾値を見つける。車両の影を用いた車両検出方法は、少ない計算コストで影検出をすることができ、かつ、昼夜を問わず実行することができる。

【非特許文献1】西本至孝，泉隆：影抽出に基づく車両検出について，電気学会ITS研究会，ITS-06-14，pp.7-12(2006-06)。

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかるに、従来車両下の影を用いた車両検出処理では、例えば、横断歩道など路面にマーカーが描かれている場所においては車両下の影が無くなってしまうため、検出精度が低下する。また、夜間における検出精度がやや下がる傾向にある。さらに、カーブや交差点における先行車両の挙動に対して未検出が発生することがあるなどの課題があった。

【0007】

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、車両を確実に検出できる車両検出システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0008】

本発明は、車両を検出する車両検出システムであって、画像を撮影する撮像手段と、撮像手段により撮像された画像から車両の影の候補を抽出する影抽出手段と、撮像手段により撮像された画像から車両のテールランプを抽出するテールランプ抽出手段と、影抽出手段で抽出した車両の影の候補からテールランプ抽出手段で抽出したテールランプの位置に基づいて車両の影を特定し、車両の影に基づいて車両を検出する車両検出手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、車両の検出に、車両下の影と車両のテールランプとを併用することに

50

より、車両に影が検出し難い状況においても車両を確実に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1は本発明の一実施例のシステム構成図を示す。

【0011】

本実施例の車両検出システム100は、撮像装置111、インタフェース112、処理装置113、記憶装置114、制御対象装置115から構成されている。

【0012】

撮像装置111は、1つのビデオカメラから構成されており、搭載車両前方のカラー画像を、画角を固定した状態で撮像する。インタフェース112は、撮像装置111と処理装置113とのインタフェース、及び、処理装置113と制御対象装置115とのインタフェースをとっており、撮像装置111で撮像されたカラー画像を処理装置113に取り込むとともに、処理装置113での車両検出結果を制御対象装置115に通知する。

【0013】

処理装置113は、記憶装置114に記憶された車両検出プログラムを実行して、撮像装置111で撮像されたカラー画像から前方の車両を検出する。

【0014】

記憶装置114は、メモリ、HDDなどから構成されており、車両検出プログラムがインストールされるとともに、処理装置113の作業用記憶領域として用いられる。

【0015】

次に処理装置113で実行される車両検出プログラムについて説明する。

【0016】

図2は処理装置113で実行される車両検出プログラムのフローチャートを示す。

【0017】

処理装置113は、車両検出プログラムが起動されると、ステップS1-1で撮像装置111から動画像を取り込む。処理装置113は、ステップS1-2で取り込んだ動画像から1フレームの画像を読み出す。

【0018】

次に処理装置113は、ステップS1-3で読み出した1フレームの画像から白線を抽出する。次に処理装置113は、ステップS1-4で抽出された白線により設定される領域を探索して、前方車両の影を抽出する。

【0019】

次に処理装置113は、ステップS1-5で抽出された影に基づいて設定される領域を探索して、前方車両のテールランプを抽出する。

【0020】

処理装置113は、ステップS1-6で前方車両の影、及び、テールランプから前方車両を検出する。

【0021】

以上により、前方に存在する車両を比較的簡単な処理で、確実に検出することができる。なお、上記処理は、汎用コンピュータでも30ms以下の処理で済み、リアルタイム性も十分に満足できる。

【0022】

次に、上記のステップS1-3の白線抽出処理、ステップS1-4の影抽出処理、ステップS1-5のテールランプ抽出処理の各処理について説明する。

【0023】

図3は白線抽出処理のフローチャートを示す。

【0024】

処理装置113は、ステップS2-1でカラー画像を読み込み、ステップS2-2でカラー画像から白線及び黄線を抽出し易い輝度値画像を抽出する。

【0025】

10

20

30

40

50

次に処理装置 113 は、ステップ S 2 - 3 で輝度値画像からエッジを抽出する。処理装置 113 は、ステップ S 2 - 4 で抽出したエッジから白線を抽出する。

【0026】

ステップ S 2 - 4 の白線抽出処理では、自車両が走行している車線を認識するため、車線の左右の白線を検出する。その中で演算量を抑えるため、簡易な走査となるように、撮像画像を下から順次に走査していき、白線と思われる画素を見つけたら、そこから上側に向かって近傍のみを走査をしていく。白線と思われる画素がある程度連結していたら、それを白線とみなし、さらに、そこから上側を近傍走査していき、連結画素があれば、それらも白線と見なししていく。これにより曲線にも対応することができる。この方法を左右の白線について行う。また、現在の情報より前の 5 フレーム分のログを取り、白線が見つからない場合や、交差点においての未抽出・誤抽出の救済措置を行う。追い越し禁止の黄色い線についても同様である。

10

【0027】

図 4 はステップ S 2 - 4 のフローチャートを示す。

【0028】

処理装置 113 は、まず、ステップ S 3 - 1 ~ S 3 - 3 で最終探索ライン last、状態フラグ flag、カウント値 count、ミスカウント値 misscount に「0」をセットする。なお、最終探索ライン last は、探索したライン数を示す値である。状態フラグ flag は、走査の状態を示すフラグで、最上端を走査したとき「1」、最上端まで走査されていない状態のときに「2」、ミスカウント値 misscount が「5」になったとき、すなわち、5 ライン白線が

20

【0029】

次に、処理装置 113 は、ステップ S 3 - 4 で、まず、画像の最下端を走査する。処理装置 113 は、ステップ S 3 - 5 で走査結果、白線の対象となる画素があると、ステップ S 3 - 6 で白線の対象となる画素があるライン数を示すカウント値 count を「+1」する。

【0030】

次に、処理装置 113 は、ステップ S 3 - 7 で上側のラインの近傍を探索する。処理装置 113 は、探索の結果、ステップ S 3 - 8 で白線の対象となる画素があれば、ステップ S 3 - 9 で白線の対象となる画素があるライン数を示すカウント値 count を「+1」する。

30

【0031】

また、処理装置 113 は、探索の結果、ステップ S 3 - 8 で白線の対象となる画素がなければ、ステップ S 3 - 10 で白線の対象となる画素がないライン数を示すミスカウント値 misscount を「+1」する。

【0032】

次に処理装置 113 は、ステップ S 3 - 11 でカウント値 count が「10」に達したか、否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 3 - 11 でカウント値 count が「10」であれば、ステップ S 3 - 12 で白線描画処理を実行し、白線描画を行う。

【0033】

処理装置 113 は、ステップ S 3 - 13 で走査したラインが最上端か、否かを判定する。ステップ S 3 - 13 で走査したラインが最上端のラインであると判定されると、ステップ S 3 - 14 でフラグ flag に「1」をセットする。また、ステップ S 3 - 13 で最上端ラインでない場合には、ステップ S 3 - 15 でフラグ flag を「2」にセットする。

40

【0034】

また、処理装置 113 は、ステップ S 3 - 11 で処理装置 113 は、ステップ S 3 - 11 でカウント値 count が「10」に達していない場合には、ステップ S 3 - 16 で走査したラインが最上端か否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 3 - 16 で走査したラインが最上端である場合には、ステップ S 3 - 17 で状態フラグ flag を「1」にセットする。

50

【 0 0 3 5 】

また、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 1 6 で走査したラインが最上端でない場合には、ステップ S 3 - 1 8 でミスカウント値 misscount が「 5 」に達したか、否かを判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 1 8 でミスカウント値 misscount が「 5 」に達すると、白線が抽出できない状態であると判断して、ステップ S 3 - 1 9 で状態フラグ flag を「 3 」にセットする。なお、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 1 8 でミスカウント値 misscount が「 5 」に達していない場合には、状態フラグ flag は設定しない。

【 0 0 3 6 】

次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 0 で状態フラグ flag が「 1 」か否かを判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 0 で状態フラグ flag が「 1 」の場合には、ステップ S 3 - 2 4 で終点座標 last! = top が否か、すなわち、終点まで白線が引かれているか否かを判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 4 で終点まで白線が引かれている場合には、ステップ S 3 - 2 5 で更に、傾きから白線を引き、ステップ S 3 - 2 6 でログに保存する。

10

【 0 0 3 7 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 0 で状態フラグ flag が「 1 」でない場合には、ステップ S 3 - 2 1 で状態フラグ flag が「 2 」あるいは「 3 」か判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 1 で状態フラグ flag が「 2 」あるいは「 3 」ではない場合、すなわち、状態フラグ flag が「 1 」、「 2 」、「 3 」のいずれにも当てはまらない場合には、ステップ S 3 - 2 2 で 1 ライン上に移動して、ステップ S 3 - 7 に戻って処理を続ける。また、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 1 で状態フラグ flag が「 2 」あるいは「 3 」の場合には、ステップ S 3 - 2 3 でデータを初期化した後、ステップ S 3 - 2 9 で走査ラインを 1 ライン上に移動して、ステップ S 3 - 2 に戻って走査を行う。

20

【 0 0 3 8 】

また、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 5 で白線の対象となる対象画素が存在しない場合には、次にステップ S 3 - 2 7 で最上端の走査か否かを判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 3 - 2 7 で最上端の走査でない場合には、ステップ S 3 - 2 8 でデータを初期化し、ステップ S 3 - 2 9 で走査ラインを 1 ライン上に移動して、ステップ S 3 - 2 に戻って走査を行う。

【 0 0 3 9 】

また、処理装置 1 1 3 はステップ S 3 - 2 7 で走査ラインが最上端の走査である場合には、ステップ S 3 - 2 4 に移行してステップ S 3 - 2 4 ~ S 3 - 2 6 の処理を行う。

30

【 0 0 4 0 】

ここで、ステップ S 3 - 1 2 の白線描画処理について説明する。

【 0 0 4 1 】

図 5 はステップ S 3 - 1 2 のフローチャートを示す。

【 0 0 4 2 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 4 - 1 で傾きを求め、ステップ S 4 - 2 で終点座標 last が「 0 」か否かを判定する。

【 0 0 4 3 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 4 - 2 で終点座標 last が「 0 」でなければ、ステップ S 4 - 3 で始点から終点まで求めた傾きを利用して、直線を引き、白線を描画し、ステップ S 4 - 4 で描画した白線の座標をログ保存するとともに、ステップ S 4 - 5 で終点座標を last に保存する。

40

【 0 0 4 4 】

次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 4 - 6 で上側近傍を走査し、ステップ S 4 - 7 で白線の対象となる画素があるか否かを判定する。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 4 - 7 で白線の対象となる画素が存在する場合には、ステップ S 4 - 8 で白線を検知し、ステップ S 4 - 9 でその座標をログ保存する。

【 0 0 4 5 】

50

処理装置 113 は、ステップ S 4 - 10 で最上端の走査か否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 4 - 10 で最上端の走査した場合には、ステップ S 4 - 12 で状態フラグ flag に「1」をセットする。処理装置 113 は、ステップ S 4 - 10 で最上端の走査したものではない場合には、ステップ S 4 - 11 で最終座標 last に保存する。

【0046】

また、処理装置 113 は、ステップ S 4 - 2 で最終座標 last が「0」でない場合には、ステップ S 4 - 13 で傾きから最終座標を求め、ステップ S 4 - 14 で傾きから求めた最終座標と最終座標 last として設定された最終座標とが一致するか否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 4 - 14 で傾きから求めた最終座標と最終座標 last として設定された最終座標とが一致する場合には、ステップ S 4 - 15 で最終座標 last を終点する直線により白線を描画し、ステップ S 4 - 4 に移行する。

10

【0047】

処理装置 113 は、ステップ S 4 - 14 で傾きから求めた最終座標と最終座標 last として設定された最終座標とが一致しない場合には、ステップ S 4 - 16 で取得した座標を破棄する。

【0048】

次に処理装置 113 は、ステップ S 4 - 17 で最上端を走査したものが否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 4 - 17 で最上端を走査したものではない場合には、ステップ S 4 - 18 で状態フラグ flag に「2」をセットする。また、処理装置 113 は、ステップ S 4 - 17 で最上端を走査した場合には、ステップ S 4 - 19 で状態フラグ flag に「1」をセットする。

20

【0049】

さらに、処理装置 113 は、ステップ S 4 - 7 で白線の対象となる画素がない場合には、ステップ S 4 - 20 で最上端を走査したものが否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 4 - 20 で最上端を走査したときにはステップ S 4 - 21 で状態フラグ flag に「2」をセットする。また、処理装置 113 は、ステップ S 4 - 20 で最上端を走査したものではない場合、ステップ S 4 - 12 で状態フラグ flag に「1」をセットする。

【0050】

以上により白線が描画される。

【0051】

次にステップ S 1 - 3 の影抽出処理について説明する。

30

【0052】

影抽出処理は、白線を抽出後、前方車両を検出するのに自車両走行車線以外は必要ないので、その領域内のみ施される。影は明度が非常に低いことから、2 値化の閾値は白線内の輝度値「0」の画素から数えていき、規定の画素数に達したところで閾値を決定する。これにより車両の影候補を抽出する。

【0053】

夜間は周りも明度が低くなるので雑音が多くなり、誤抽出が多発する。その対策として、車両下の影は横に広がって存在する特徴があるので、画像を各行ごとに走査していき、影と思われる画素が多い行は、画素同士を繋ぐ処理をする。これにより、抽出したい影を正確に求めることができる。連結成分に同じラベルを付けるラベリング処理の後、その面積の小さすぎる塊、大きすぎる塊は対象外とみなし、そのラベルを消去する。すなわち、1 行ごとに対象画素を数え、1 行の合計画素数が車両の横幅に対して十分存在すれば、その付近に車両下の影があると判断し、それらの始点画素から終点画素までを影とみなして補完する。十分に存在しない場合、影ではないとしてその行の画素をすべて除去する。

40

【0054】

図 6 は影抽出処理の概略フローチャートを示す。

【0055】

処理装置 113 は、まず、ステップ S 5 - 1 で影を探索する領域を限定する。次に、処理装置 113 は、ステップ S 5 - 2 で限定した領域の画像を 2 値化する。

50

【 0 0 5 6 】

次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 5 - 3 で 2 値化した画像を補完する。次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 5 - 4 で補完した 2 値化画像をラベリングする。このとき、前方の車両の影の他に、側方の車両の影や車両以外の影が車両の影の候補として抽出される。

【 0 0 5 7 】

次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 5 - 5 でラベリングされた 2 値化画像から塊が小さい部分をノイズと判断して、除去する。次に処理装置 1 1 3 は、ステップ S 5 - 6 でノイズを除去された 2 値化画像で残った影を注目する前方の車両の影として抽出する。

【 0 0 5 8 】

次にステップ S 5 - 3 ~ S 5 - 6 の処理について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 7 はステップ S 5 - 4 の詳細フローチャートを示す。

【 0 0 6 0 】

まず、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 1 で白線内を走査した保存する。次に、処理装置 1 1 3 は、まず、ステップ S 6 - 2 で上限輝度 a を「0」にセットする。次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 3 で輝度が $0 \sim a$ となる画素の画素数をカウントする。

【 0 0 6 1 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 4 で輝度が $0 \sim a$ の合計画素数が合計画素規定値に達したか否かが判定される。

【 0 0 6 2 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 4 で輝度が $0 \sim a$ の合計画素数が合計画素規定値に達していなければ、ステップ S 6 - 5 で上限輝度 a を $(a + 1)$ にし、ステップ S 6 - 3 に戻って処理を続ける。

【 0 0 6 3 】

また、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 4 で輝度が $0 \sim a$ の合計画素数が合計画素規定値に達していれば、ステップ S 6 - 6 でその時の輝度 a を閾値に設定する。次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 7 で、設定された閾値 a に基づいて読み込んだ画像を 2 値化する。

【 0 0 6 4 】

次に、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 8 で 2 値化した画像の影の画素、すなわち、2 値化によって「0」とされた画素を各行毎にカウントする。このときの各行毎のカウント値を $C 1$ とする。処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 9 でカウント値 $C 1$ が一定値 $C 0$ より大きいか否か、すなわち、横幅に対して影となる画素が多く存在するか否かを判定する。

【 0 0 6 5 】

処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 9 で横幅に対して影となる画素が多く存在する場合には、ステップ S 6 - 10 で影となる画素を結び車両の影としてラベリングする。また、処理装置 1 1 3 は、ステップ S 6 - 9 で横幅に対して影となる画素が少ない場合には、ノイズと見なし、ステップ S 6 - 11 で影として抽出された画素を車両の影から除外する。

【 0 0 6 6 】

以上により前方車両の影のみを確実に抽出することができる。

【 0 0 6 7 】

次にテールランプ抽出処理について説明する。

【 0 0 6 8 】

車両影の上にはテールランプが存在するはずである。よって、影とテールランプを併用して追跡処理を行うことにより、確実に車両を追跡することが可能となる。

【 0 0 6 9 】

追跡の際に中心点座標の上側を走査し、テールランプが存在すれば、その影が車両下の影であると判断できる。これにより無駄な追跡処理を回避することができ、交差点におけ

10

20

30

40

50

る追跡処理も可能になる。

【0070】

なお、テールランプの抽出処理は、ログが十分取れている場合と、いない場合とで処理を変更している。ログを十分に取得していない場合には、影抽出における各ラベル塊の上側にテールランプが存在するか調べる。走査範囲はラベルの上側、(ラベルの横幅÷2)分までとする。テールランプの下にあるラベルが車両下の影であるとする。そして影ラベルの位置情報(Y座標)をログに保存する。

【0071】

また、ログを十分に取得している場合には、ログと、現在取得したラベルの上にテールランプが存在するか調べる。画像下ほど自車両により近いので、テールランプが見つかった一番下のラベルを車両下の影であるとみなす。現在取得したラベルが採用されればその情報をログに格納し、ログを利用したならばログ情報は変わらないのでログに格納しない。

10

【0072】

なお、色によるテールランプの抽出は、実画像分析結果からRGB表色系のG成分とR成分を利用し、また、そこで得られた画素塊の平行性を調べることによりテールランプを抽出する。

【0073】

最後に、車両影部分が視覚的に見えるようグループ処理を施し画素塊領域を長方形で囲む。グループでは複数のグループが抽出されることがある。これは誤抽出となってしまうので、グループが複数見つかった場合、それらのグループの上側を走査しテールランプが存在するかどうかでグループを1つに決定している。

20

【0074】

図8はテールランプ抽出処理のフローチャートを示す。

【0075】

まず、処理装置113は、ステップS7-1、S7-2で撮像した画像からG成分、R成分を抽出する。

【0076】

処理装置113は、ステップS7-3でG画像とR画像とのAND画像を作成し、ステップS7-4で作成したAND画像から高輝度部分を抽出してラベリングする。なお、ラベリングとは、2値化した各画素にラベルを付加することにより、特定の領域を抽出できるようにする処理である。ラベリング処理により、連結している画素に同じラベルを付加することで複数の領域をグループとして分類することができる。これによって、テールランプを確実に抽出できる。

30

【0077】

処理装置113は、ステップS7-5でラベリングされた画像からノイズを除去する。

【0078】

処理装置113は、ステップS7-6でラベリングされた部分相互の平行性を検出する。次に、処理装置113は、ステップS7-7で検出された平行性に基づいてテールランプを抽出する。

40

【0079】

ここで、ステップS7-7のテールランプ抽出処理について説明する。

【0080】

図9はステップS7-7のテールランプ抽出処理のフローチャートを示す。

【0081】

処理装置113は、ステップS8-1でラベルを探索し、ステップS8-2でラベルが複数存在するか否かを判定する。処理装置113は、ステップS8-2でラベルが複数存在する場合には、ステップS8-3で各ラベルのログが取得されているか否かを判定する。

【0082】

50

処理装置 113 は、ステップ S 8 - 3 でログが取得されていれば、ステップ S 8 - 4 でラベル、ログの両方の上側の領域を探索し、テールランプ候補を抽出する。また、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 3 で、各ラベルでログが取得されていなければ、ステップ S 8 - 5 でラベルの上側の領域のみを探索し、テールランプ候補を抽出する。

【 0083 】

処理装置 113 は、ステップ S 8 - 2 でラベルが複数存在しなければ、ステップ S 8 - 6 でラベルが存在するか否かを判定する。処理装置 113 は、ステップ S 8 - 6 でラベルが存在する、すなわち、ラベルが一つのみ存在すれば、ステップ S 8 - 7 でログが取得されているか否かを判定する。ログ、ラベル両方の上側の領域を探索し、テールランプ候補を抽出する。処理装置 113 は、ステップ S 8 - 7 でラベルのログが取得されていなければ、ステップ S 8 - 9 でラベルの上側の領域のみを探索し、テールランプ候補を抽出する。

10

【 0084 】

なお、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 6 でラベルが存在しなければ、ステップ S 8 - 10 で前方に車両はないと判断して処理を終了する。

【 0085 】

また、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 4、S 8 - 5、S 8 - 6、S 8 - 9 でテールランプ候補が抽出されると、ステップ S 8 - 11 で抽出されたテールランプ候補が複数あるか否かを判定する。

【 0086 】

処理装置 113 は、ステップ S 8 - 11 で複数の候補があれば、ステップ S 8 - 12 で複数の候補のうち最も下側のテールランプの候補を抽出すべきテールランプとして採用する。処理装置 113 は、ステップ S 8 - 13 でテールランプ抽出時にログを利用したか否かを判定する。

20

【 0087 】

処理装置 113 は、ステップ S 8 - 13 でログを利用していれば、そのまま、処理を終了する。また、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 13 でログを利用していなければ、ステップ S 8 - 14 で抽出したラベルをログとして、処理を終了する。

【 0088 】

また、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 11 でテールランプの候補となるラベルまたは、ログが複数存在しなければ、ステップ S 8 - 15 でテールランプの候補があるか否かを判定する。

30

【 0089 】

処理装置 113 は、ステップ S 8 - 15 でテールランプの候補が一つあれば、ステップ S 8 - 16 で一つのテールランプ候補を抽出すべきテールランプとして採用し、ステップ S 8 - 14 で抽出したラベルをログとして、処理を終了する。

【 0090 】

また、処理装置 113 は、ステップ S 8 - 15 でテールランプ候補がなければ、ステップ S 8 - 11 で前方に車両はないと判断して処理を終了する。

【 0091 】

以上により、テールランプを順次に追跡し、抽出することが可能となる。

40

【 0092 】

次に、ステップ S 7 - 1 ~ S 7 - 3 の処理について説明する。

【 0093 】

図 10 はステップ S 7 - 1 ~ S 7 - 4 のフローチャートを示す。

【 0094 】

図 10 においてステップ S 9 - 1 ~ S 9 - 5 はステップ S 7 - 1 の G 成分判定処理に相当し、ステップ S 9 - 5 ~ S 9 - 10 はステップ S 7 - 2 の R 成分判定処理に相当する。さらに、ステップ S 9 - 11 ~ S 9 - 12 はステップ S 9 - 11、S 9 - 12 に相当する。

50

【0095】

処理装置113は、ステップS9-1でG成分gに「0」をセットする。処理装置113は、ステップS9-2で0~gの画素数を計数する。処理装置113は、ステップS9-3で計数した画素数が規定値か否かを判断する。

【0096】

処理装置113は、ステップS9-3で合計画素数が規定値に達していなければ、ステップS9-4でgの値を「g+1」に設定し、ステップS9-2に戻って処理を続ける。

【0097】

処理装置113は、ステップS9-3で合計画素数が規定値に達していれば、ステップS9-5でそのときのgの値を閾値に設定する。

10

【0098】

以上により、G成分の閾値が設定される。

【0099】

処理装置113は、ステップS9-6でR成分rに「0」をセットする。処理装置113は、ステップS9-7で0~rの画素数を計数する。処理装置113は、ステップS9-8で計数した画素数が規定値か否かを判断する。

【0100】

処理装置113は、ステップS9-8で合計画素数が規定値に達していなければ、ステップS9-9でrの値を「r+1」に設定し、ステップS9-7に戻って処理を続ける。

【0101】

処理装置113は、ステップS9-8で合計画素数が規定値に達していれば、ステップS9-10でそのときのrの値を閾値に設定する。

20

【0102】

次に、処理装置113は、ステップS9-11で原画像をg閾値、r閾値の各々で2値化する。処理装置113は、ステップS9-12で2つの2値化画像のANDをとる。

【0103】

以上によりテールランプの候補を抽出することができる。

【0104】

次に、上記車両検出システム100を搭載した車両を走行させて、前方の車両を検出した実験の結果について説明する。

30

【0105】

図11乃至図13は本発明の一実施例の車両検出処理による高速道路のトンネルを走行しているときの実験結果を示す図である。図11(A)~(C)、図12(A)~(D)、図13(A)~(D)は撮像画像を時系列に配列したものであり、図11(D)~(F)、図12(E)~(H)、図13(E)~(H)は図11(A)~(C)、図12(A)~(D)、図13(A)~(D)に示す撮像画像に本実施例の車両検出処理により抽出された影の領域A及び車線L1、L2を重ねた画像を示す。

【0106】

図11乃至図13に示すように本実施例の車両検出処理によれば、トンネル内においても前方の車両Mの下部に形成される車両Mの影の領域Aを確実に取得し、かつ、追跡できていることがわかる。

40

【0107】

図14乃至図16は本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を昼間走行しているときの実験結果を示す図である。なお、図14(A)~(C)、図15(A)~(D)、図16(A)~(D)は撮像画像を時系列に配列したものであり、図14(D)~(F)、図15(E)~(H)、図16(E)~(H)は図14(A)~(C)、図15(A)~(D)、図16(A)~(D)に示す撮像画像に本実施例の車両検出処理により抽出された影の領域A及び車線L1、L2を重ねた画像を示す。

【0108】

図14乃至図16に示すように本実施例の車両検出処理によれば、昼間の一般道におい

50

ても前方を走行する車両Mの影の領域Aを確実に抽出できていることがわかる。

【0109】

図17乃至図19は本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。なお、図17(A)~(C)、図18(A)~(D)、図19(A)~(D)は撮像画像を時系列に配列したものであり、図17(D)~(F)、図18(E)~(H)、図19(E)~(H)は図17(A)~(C)、図18(A)~(D)、図19(A)~(D)に示す撮像画像に本実施例の車両検出処理により抽出された影の領域A及び車線L1、L2を重ねた画像を示す。

【0110】

図17乃至図19に示すように本実施例の車両検出処理によれば、夜間の一般道においても前方を走行する車両Mの影の領域Aを確実に抽出できていることがわかる。

10

【0111】

図20乃至図25は本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。なお、図20(A)~(C)、図21(A)~(D)、図22(A)~(D)、図23(A)~(D)、図24(A)~(D)、図25(A)~(D)は撮像画像を時系列に配列したものであり、図20(D)~(F)、図21(E)~(H)、図22(E)~(H)、図23(E)~(H)、図24(E)~(H)、図25(E)~(H)は図20(A)~(C)、図21(A)~(D)、図22(A)~(D)、図23(A)~(D)、図24(A)~(D)、図25(A)~(D)に示す撮像画像に本実施例の車両検出処理により抽出された車両M1、M2の影の領域A1、A2及び車線L1、L2を重ねた画像を示す。

20

【0112】

図20乃至図25に示すように本実施例の車両検出処理によれば、夜間の交差点においても前方を走行する車両M1、M2の影の領域A1、A2を確実に抽出できていることがわかる。

【0113】

また、直前の車両M1が交差点で左折し、検出範囲から逸脱した場合であっても、車両M1が左折し、検出範囲から逸脱した後に、前方の車両M2の影の領域A2を確実に取得できることがわかる。

【0114】

このように、本実施例によれば、影の補完処理や白線・影の情報をログ保存する処理の追加により、影の塊をより正確に抽出できる。

30

【0115】

また、影候補を抽出した場合、その上にあるテールランプ情報を利用することにより、影サイズを適正なサイズに補正できるとともに、テールランプがない場合には不要な影として効果的に除去できる。なお、テールランプ抽出処理には、影塊画素の上側を探索するのみなので、処理時間はわずかで済む。

【0116】

連続フレーム情報の利用等により、前方の車両対象が変わった場合にも即座にその対象を変更できる。特に横断歩道や交差点による誤検出が減少し、また未抽出はなくなり、非常に良好な実験結果が得られる。

40

【0117】

なお、上記、車両の下影を用いた前方車両検出率は夜間時の一般道(直線道路直進、横断歩道有道路直進、交差点有道路直進それぞれ100フレームの300フレーム実験)で96%、テールランプを併用した場合は99%と高い抽出率が得られた。

【0118】

また、汎用コンピュータ、例えば、CPU:Pentium4(商標)、2.5GHz、512Mbyteを用いて、実施例の車両検出処理を1フレーム行うのに必要な処理時間は、約30msであり、1秒間で30フレーム以上のビデオレートで処理できることになる。すなわち、リアルタイムで動作させることが可能となる。

50

【0119】

また、本実施例では、撮像装置111を単眼カメラ構成としているので、カメラ設置位置がフレキシブルになる。また、ステレオカメラ構成にした場合に比べて、複雑な処理を必要としないので画像処理における処理量が少なく済む。

【0120】

なお、本実施例では撮像装置111を単眼構成としたが、ステレオカメラ構成にすれば、さらに精度ならびに信頼性向上が期待できる。

【0121】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変形例が考えられることは言うまでもない。

10

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図1】本発明の一実施例のシステム構成図である。

【図2】処理装置113で実行される車両検出プログラムのフローチャートである。

【図3】白線抽出処理のフローチャートである。

【図4】ステップS2-4のフローチャートである。

【図5】ステップS3-12のフローチャートである。

【図6】影抽出処理の概略フローチャートである。

【図7】ステップS5-4の詳細フローチャートである。

【図8】テールランプ抽出処理のフローチャートである。

20

【図9】ステップS7-7のテールランプ抽出処理のフローチャートである。

【図10】ステップS7-1~S7-4のフローチャートである。

【図11】本発明の一実施例の車両検出処理による高速道路のトンネルを走行しているときの実験結果を示す図である。

【図12】本発明の一実施例の車両検出処理による高速道路のトンネルを走行しているときの実験結果を示す図である。

【図13】本発明の一実施例の車両検出処理による高速道路のトンネルを走行しているときの実験結果を示す図である。

【図14】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を昼間走行しているときの実験結果を示す図である。

30

【図15】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を昼間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図16】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を昼間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図17】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図18】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図19】本発明の一実施例の車両検出処理による一般道を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

40

【図20】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図21】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図22】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図23】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【図24】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

50

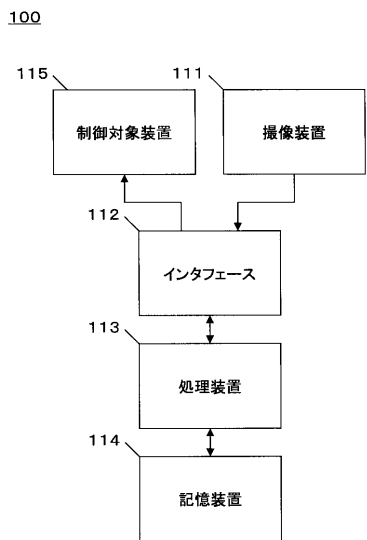
【図25】本発明の一実施例の車両検出処理による交差点を夜間走行しているときの実験結果を示す図である。

【符号の説明】

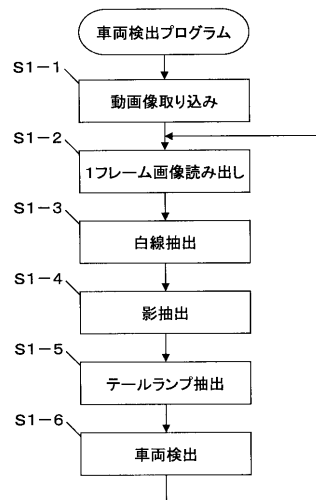
【0123】

- 100 車両検出システム、
- 111 撮像装置、
- 112 インタフェース
- 113 処理装置、
- 114 記憶装置、
- 115 制御対象装置

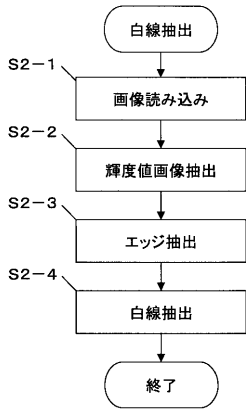
【図1】



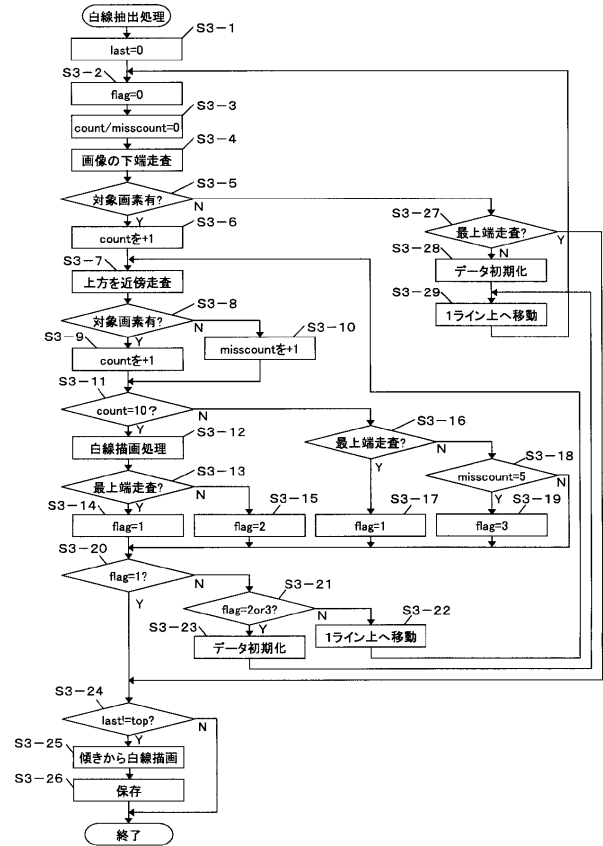
【図2】



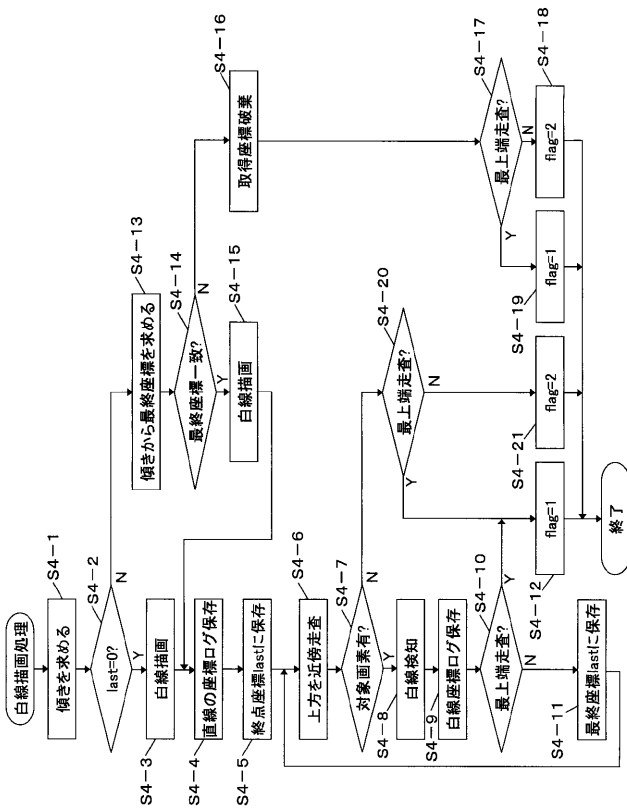
【図3】



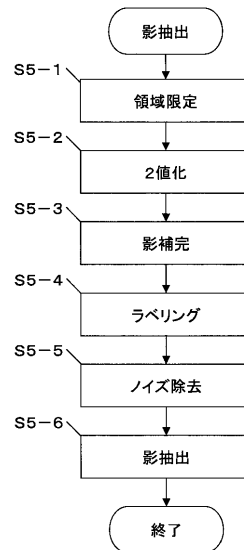
【図4】



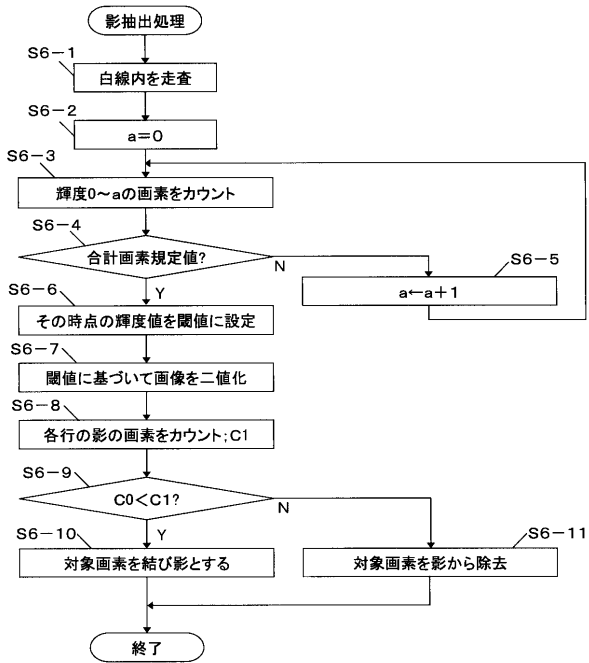
【図5】



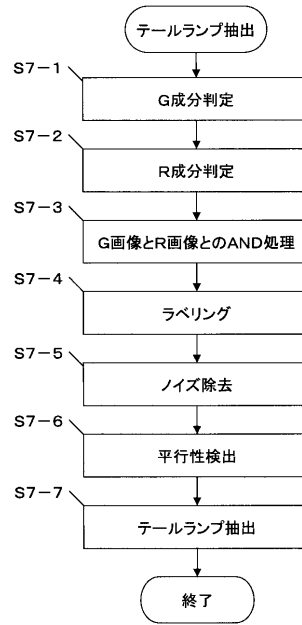
【図6】



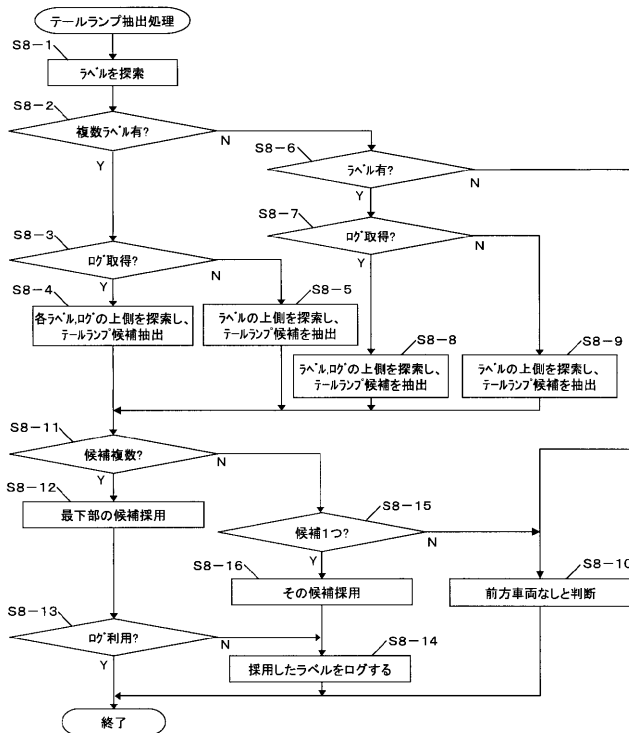
【 図 7 】



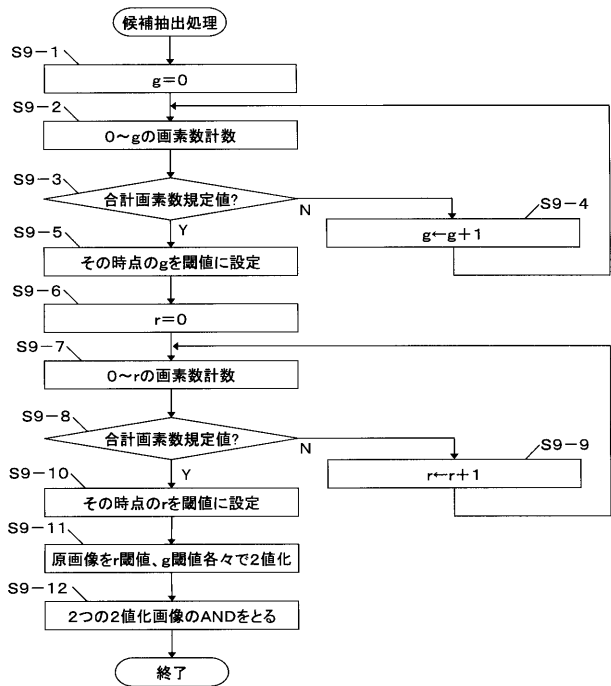
【 図 8 】



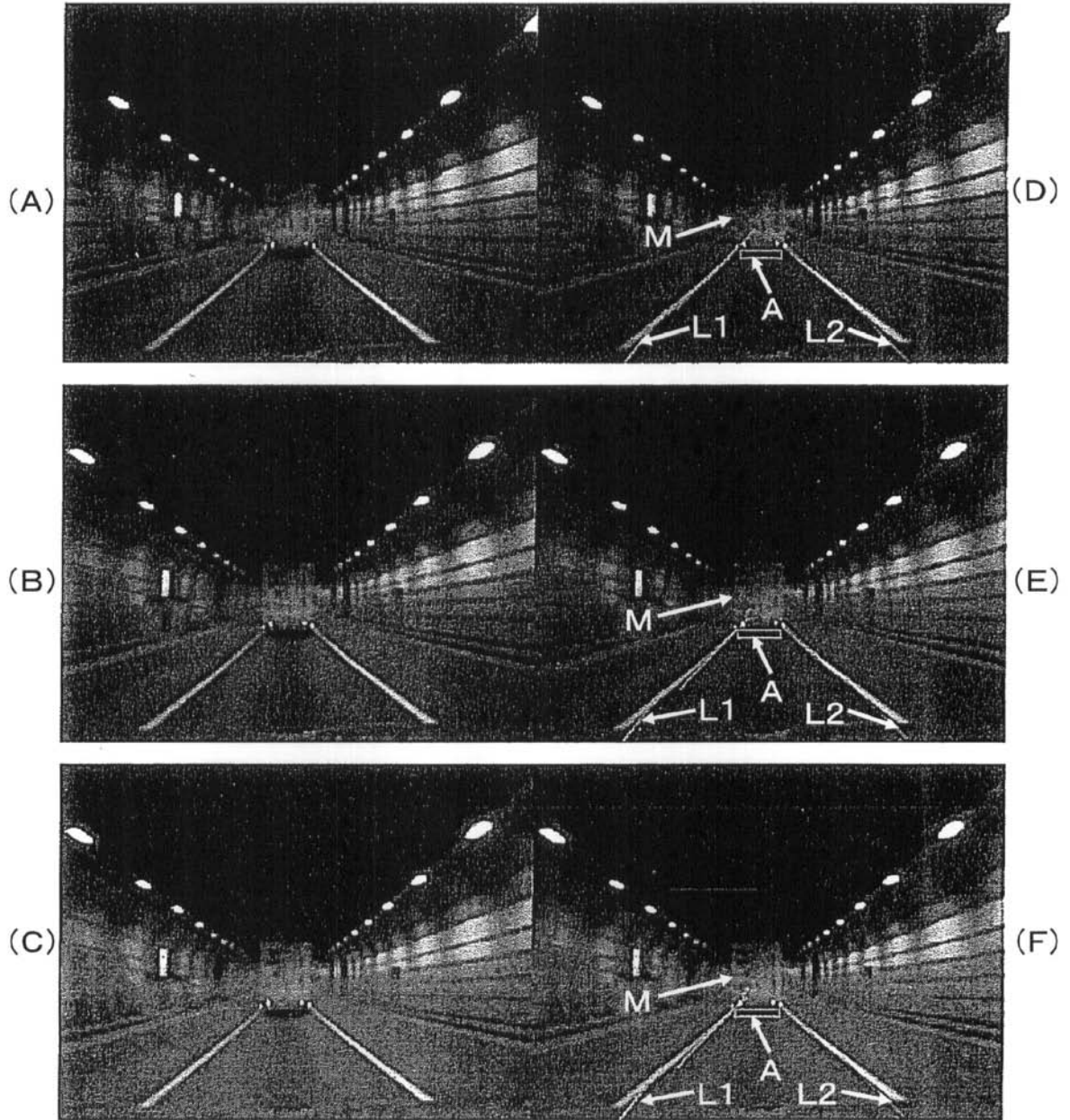
【 図 9 】



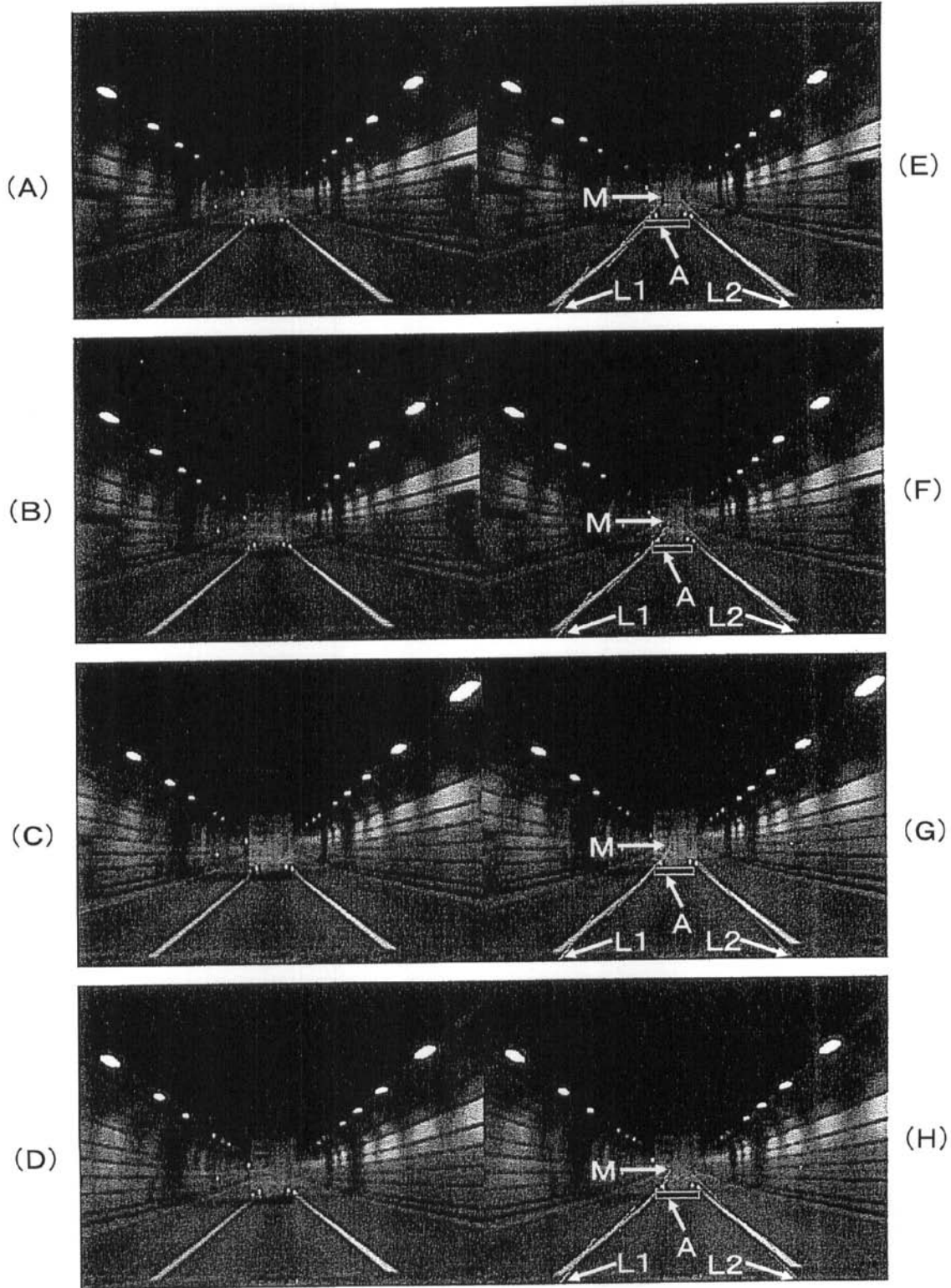
【 図 10 】



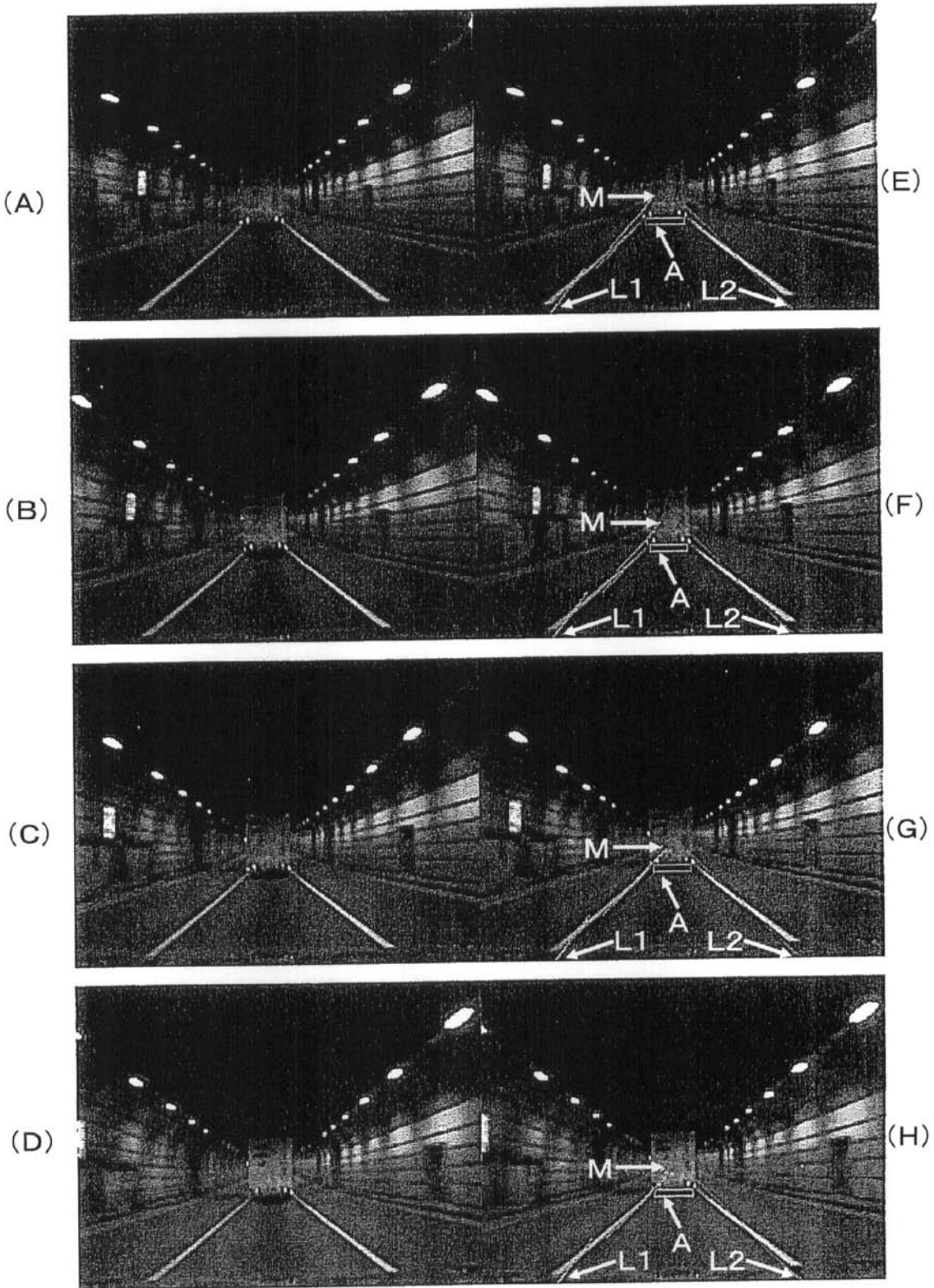
【 図 1 1 】



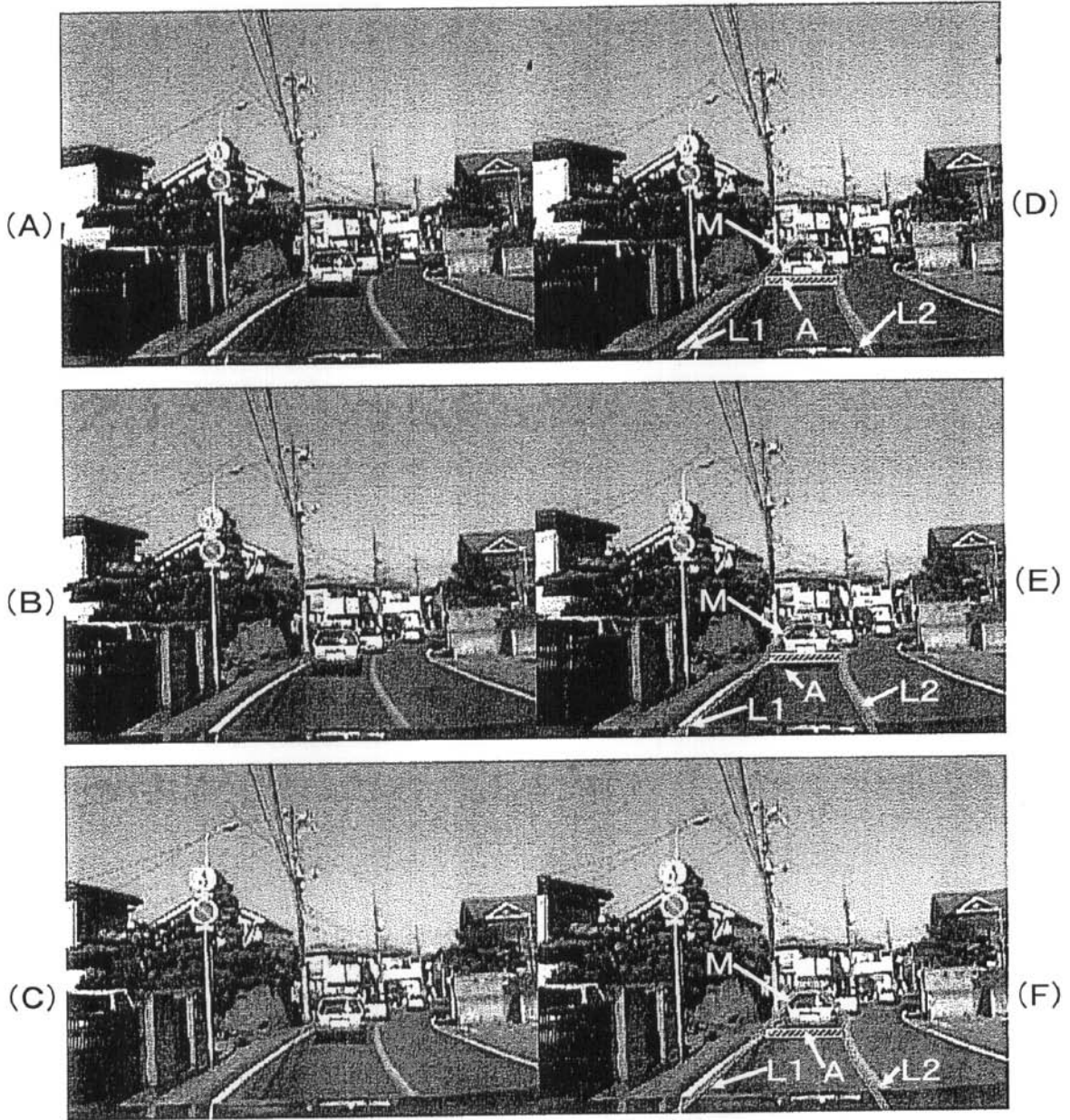
【 図 1 2 】



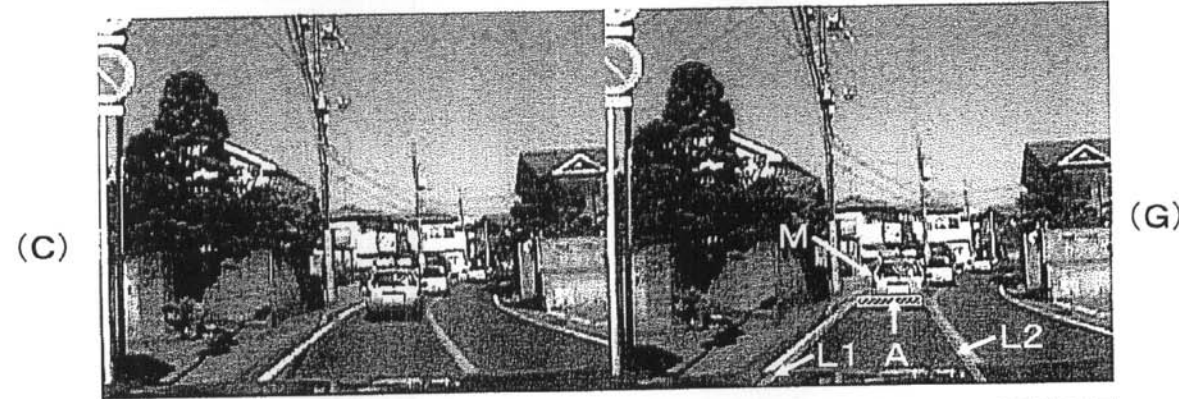
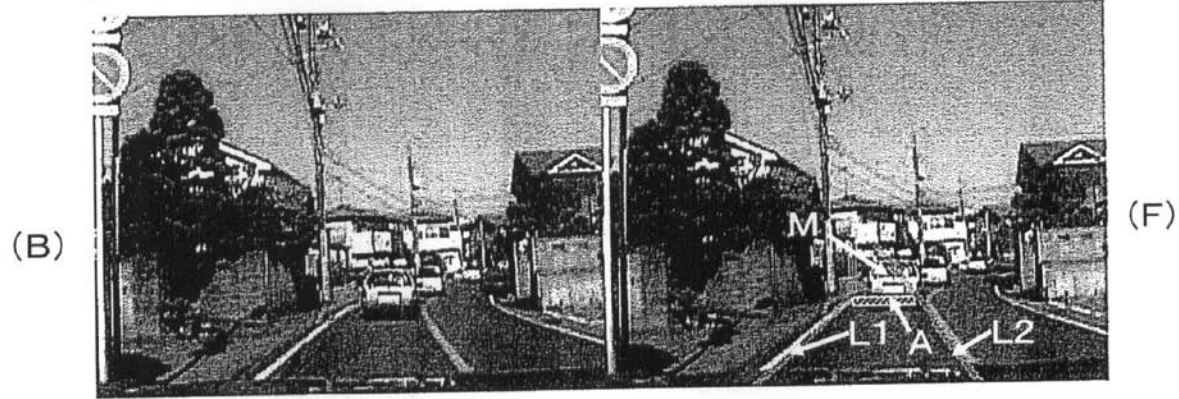
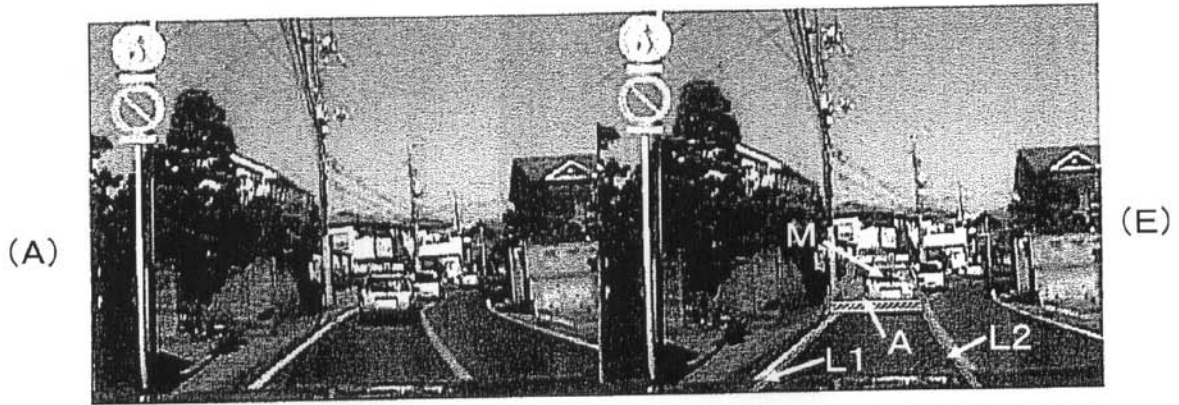
【 図 1 3 】



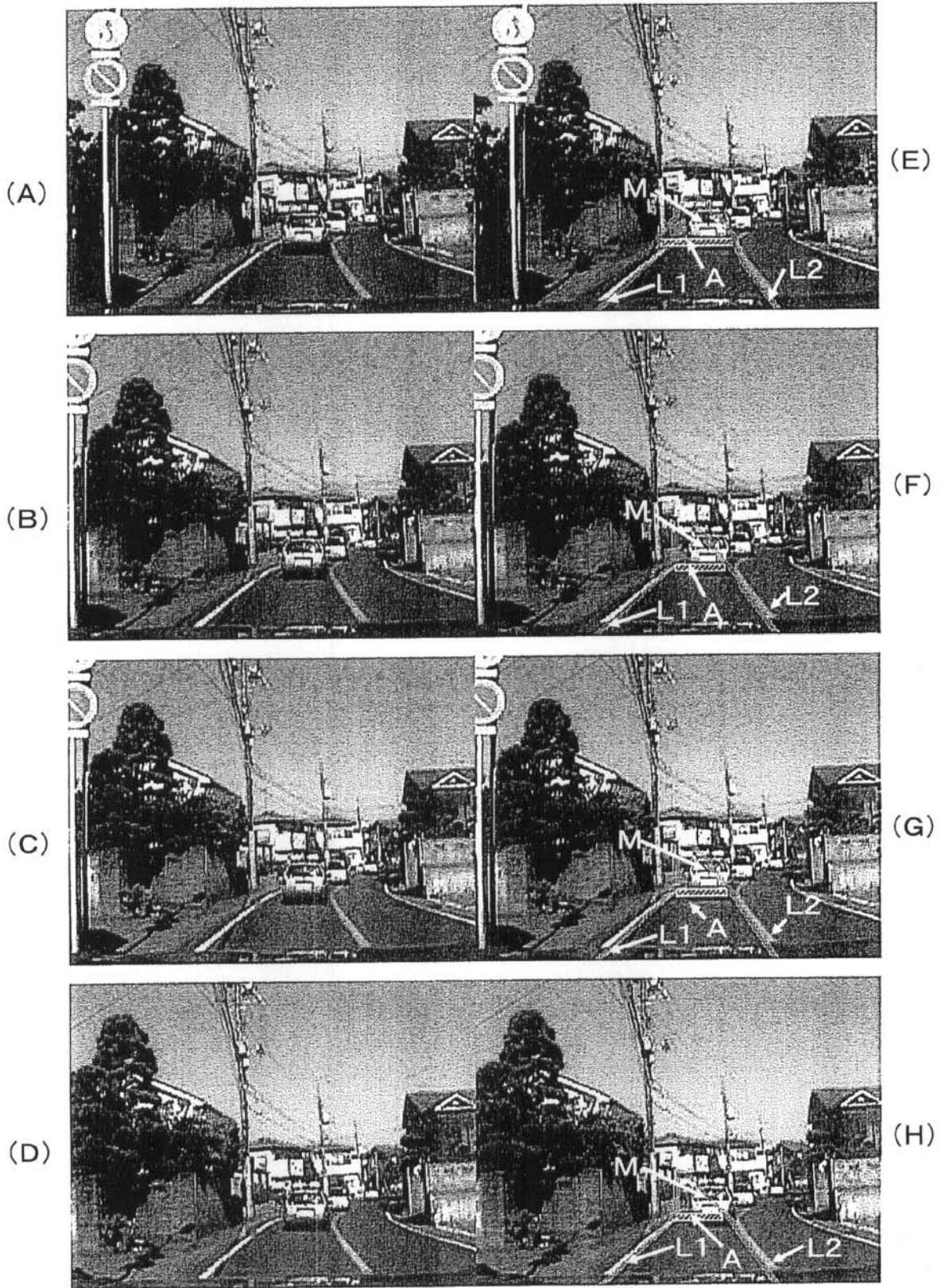
【 図 1 4 】



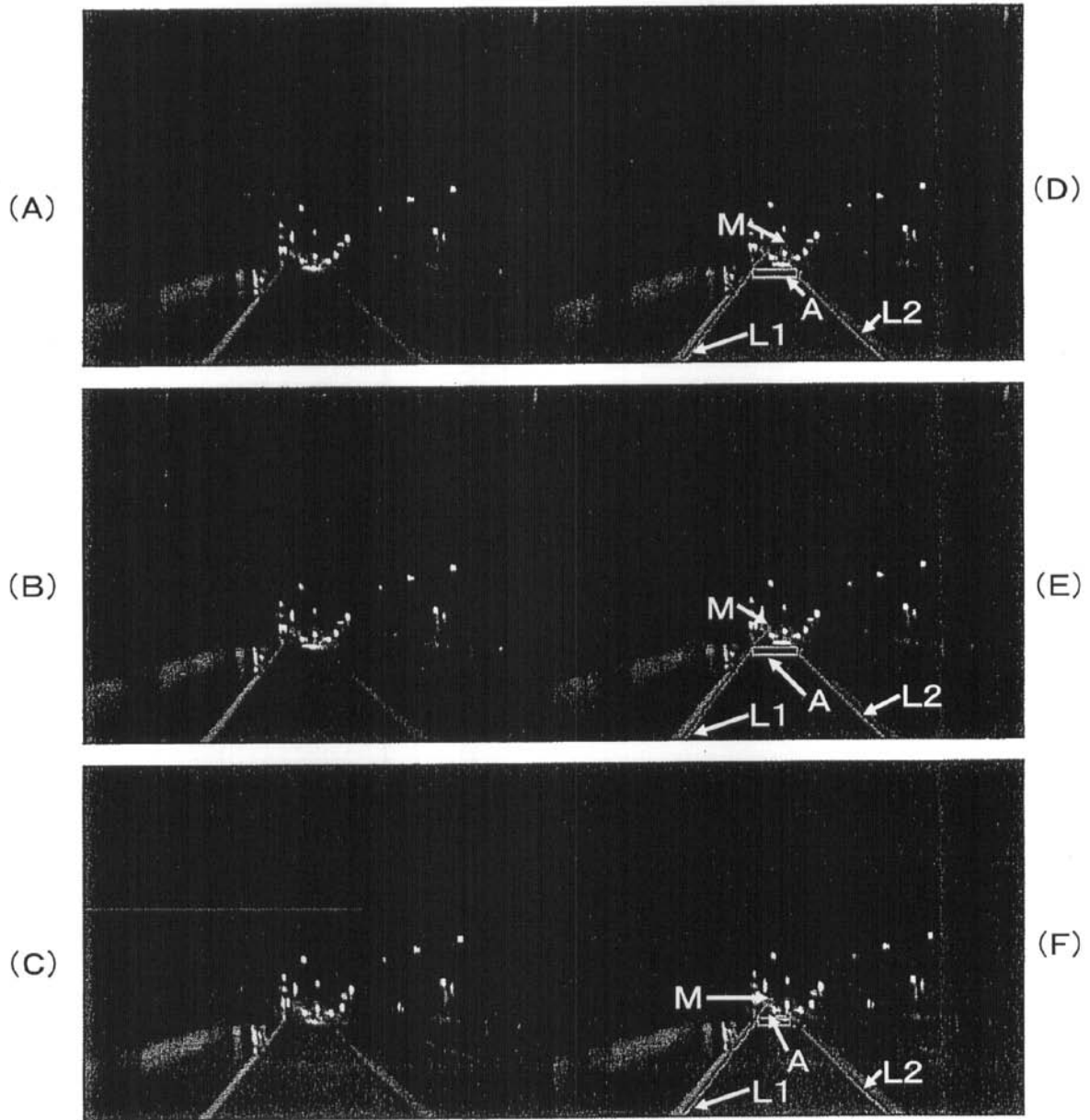
【 図 1 5 】



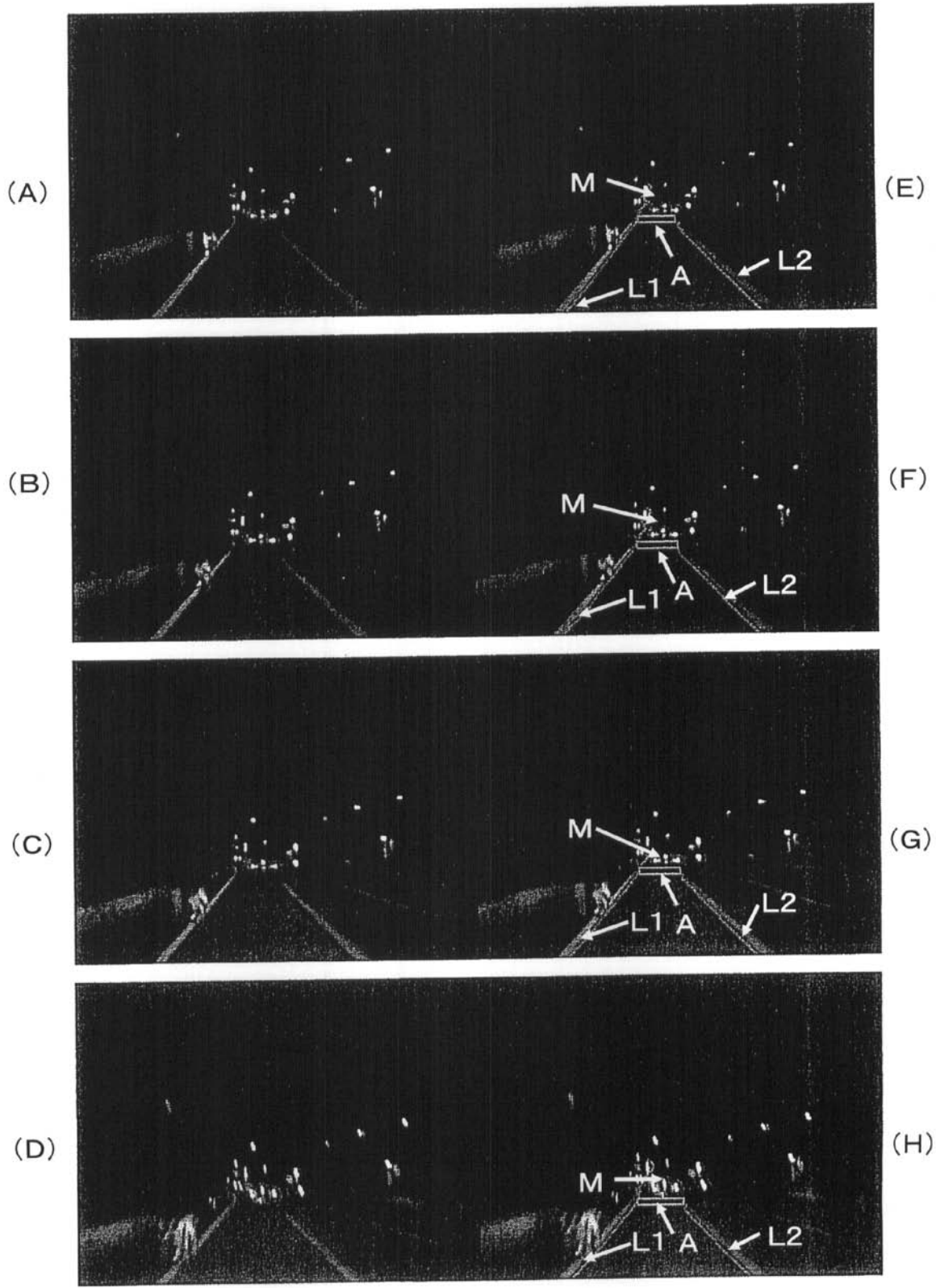
【 図 1 6 】



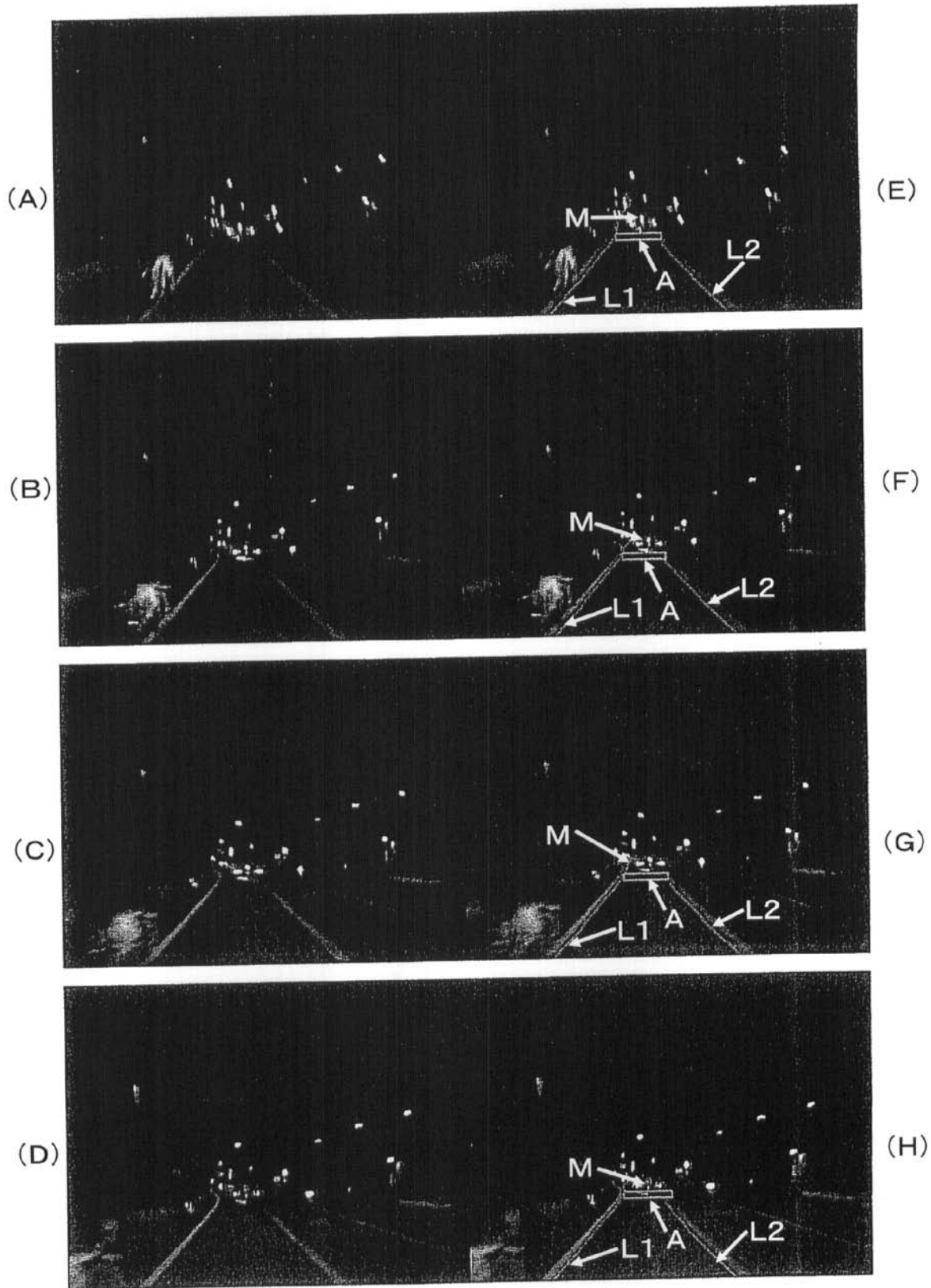
【 図 17 】



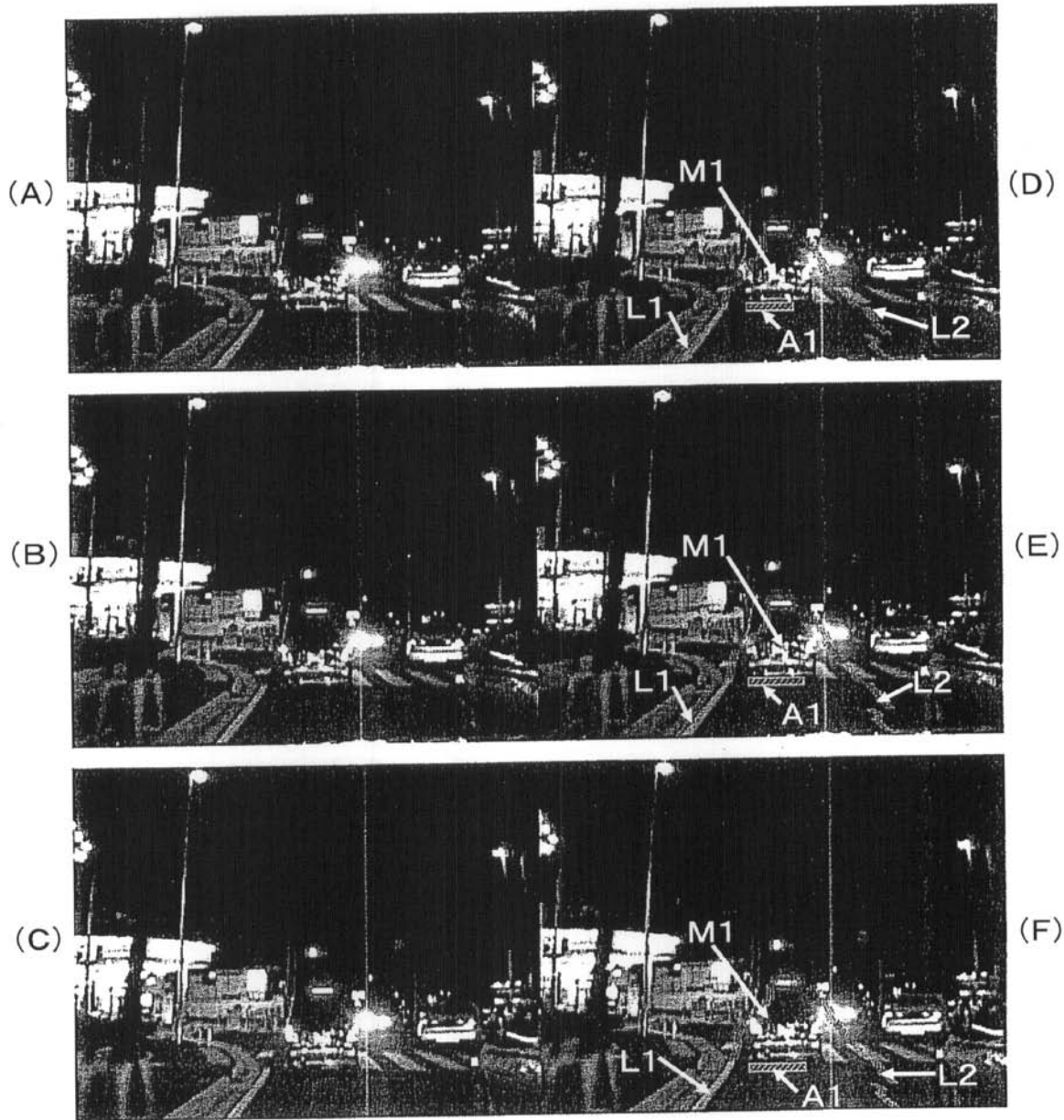
【 図 1 8 】



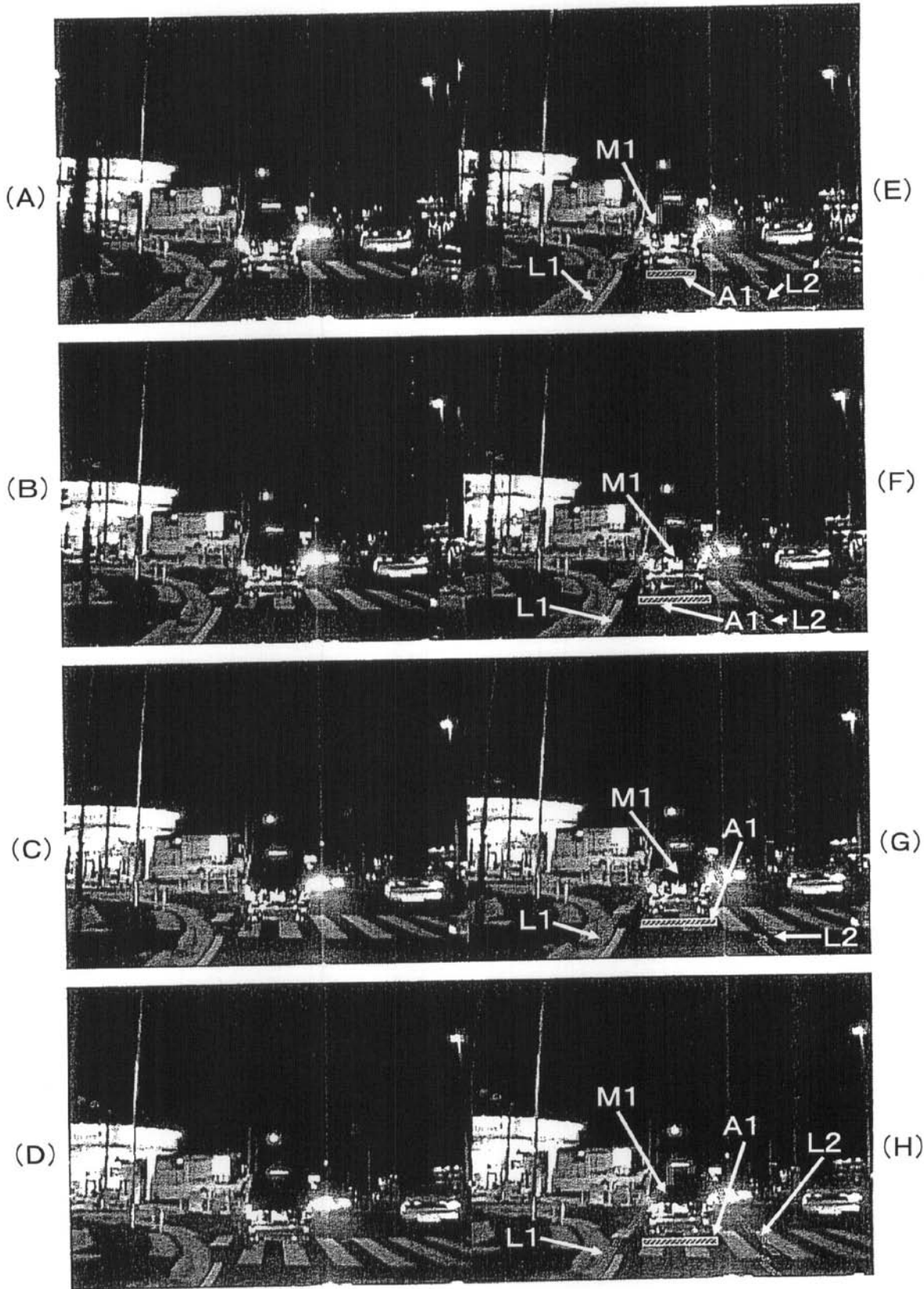
【 図 1 9 】



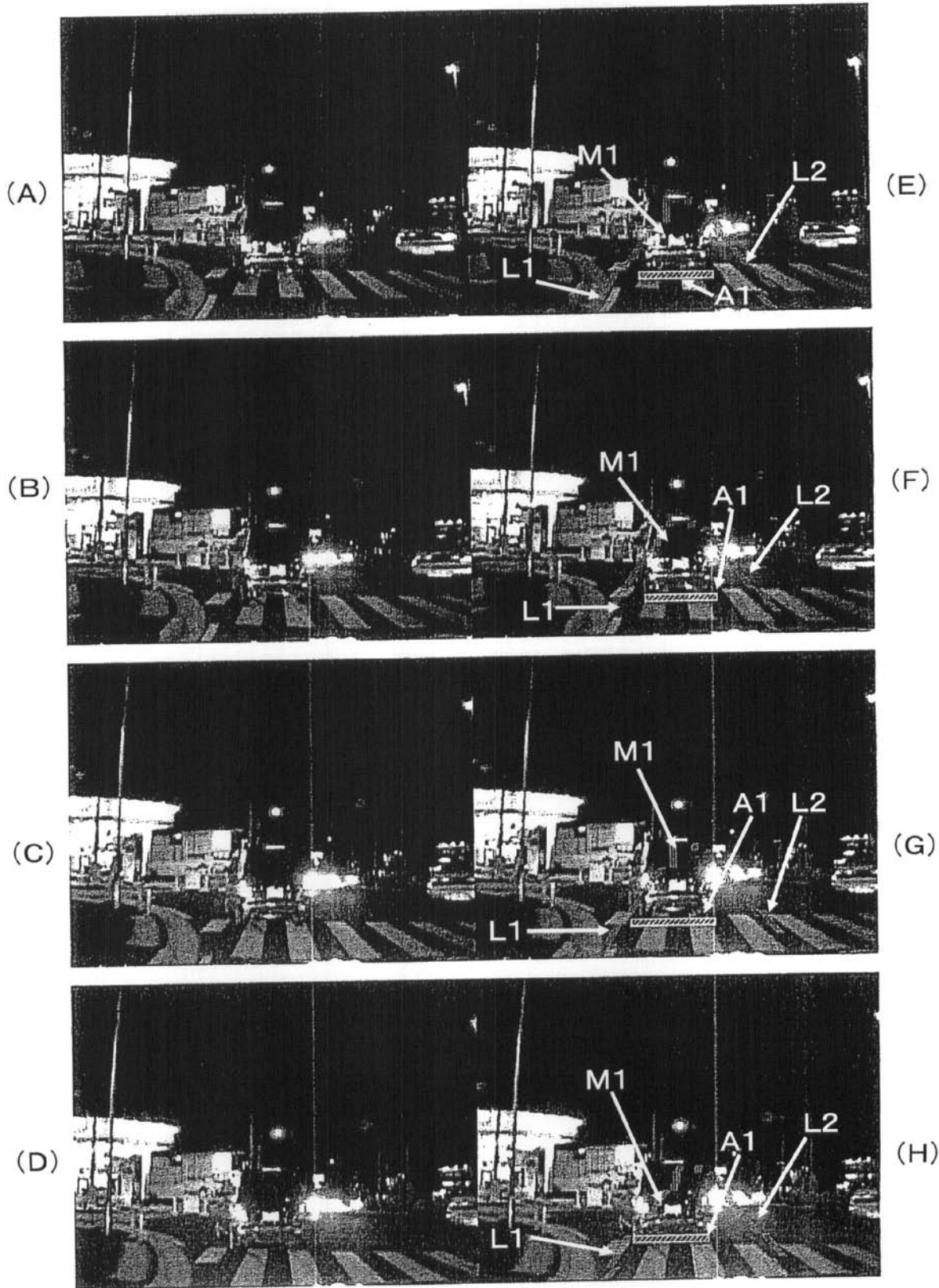
【 図 2 0 】



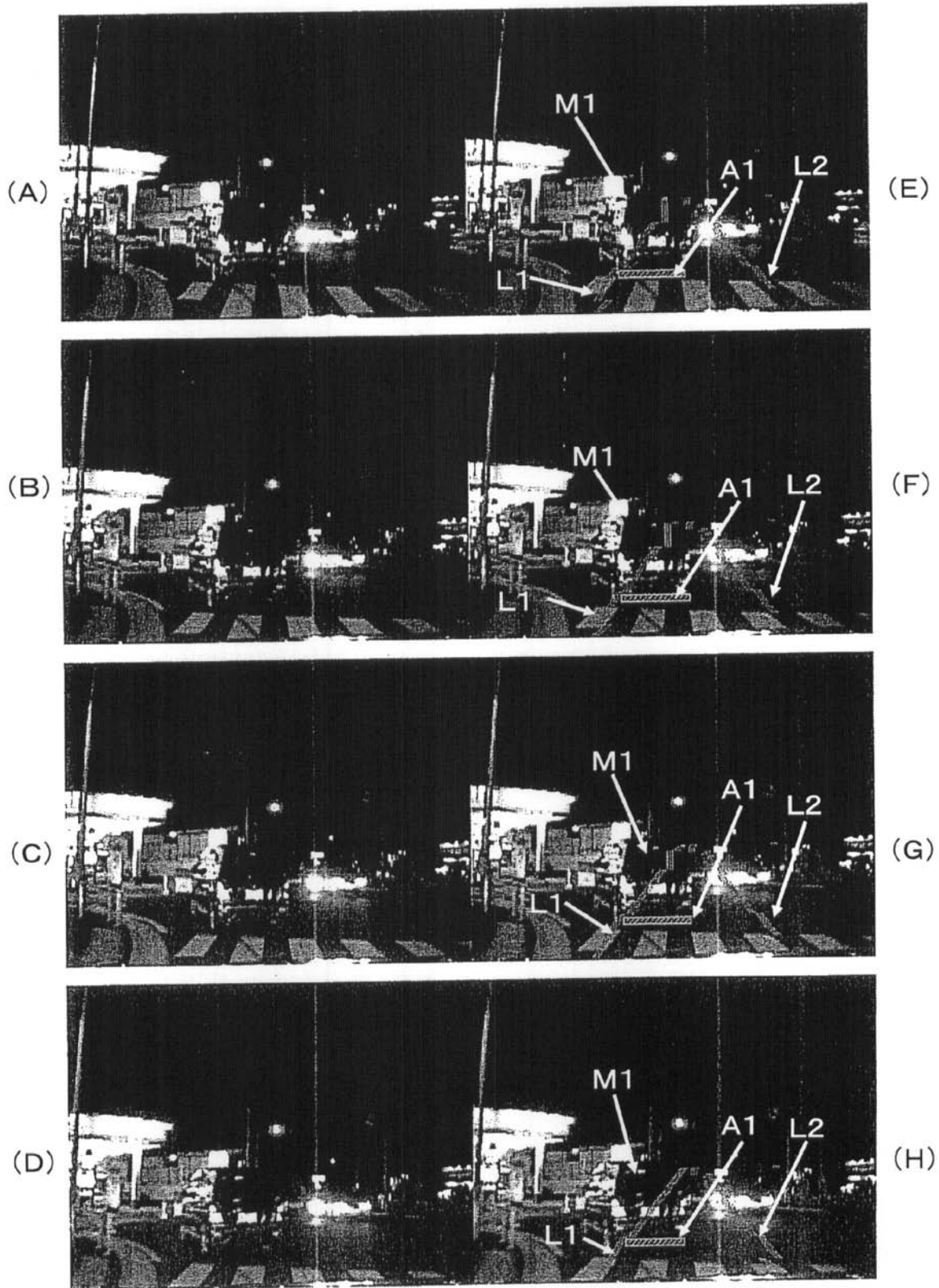
【 図 2 1 】



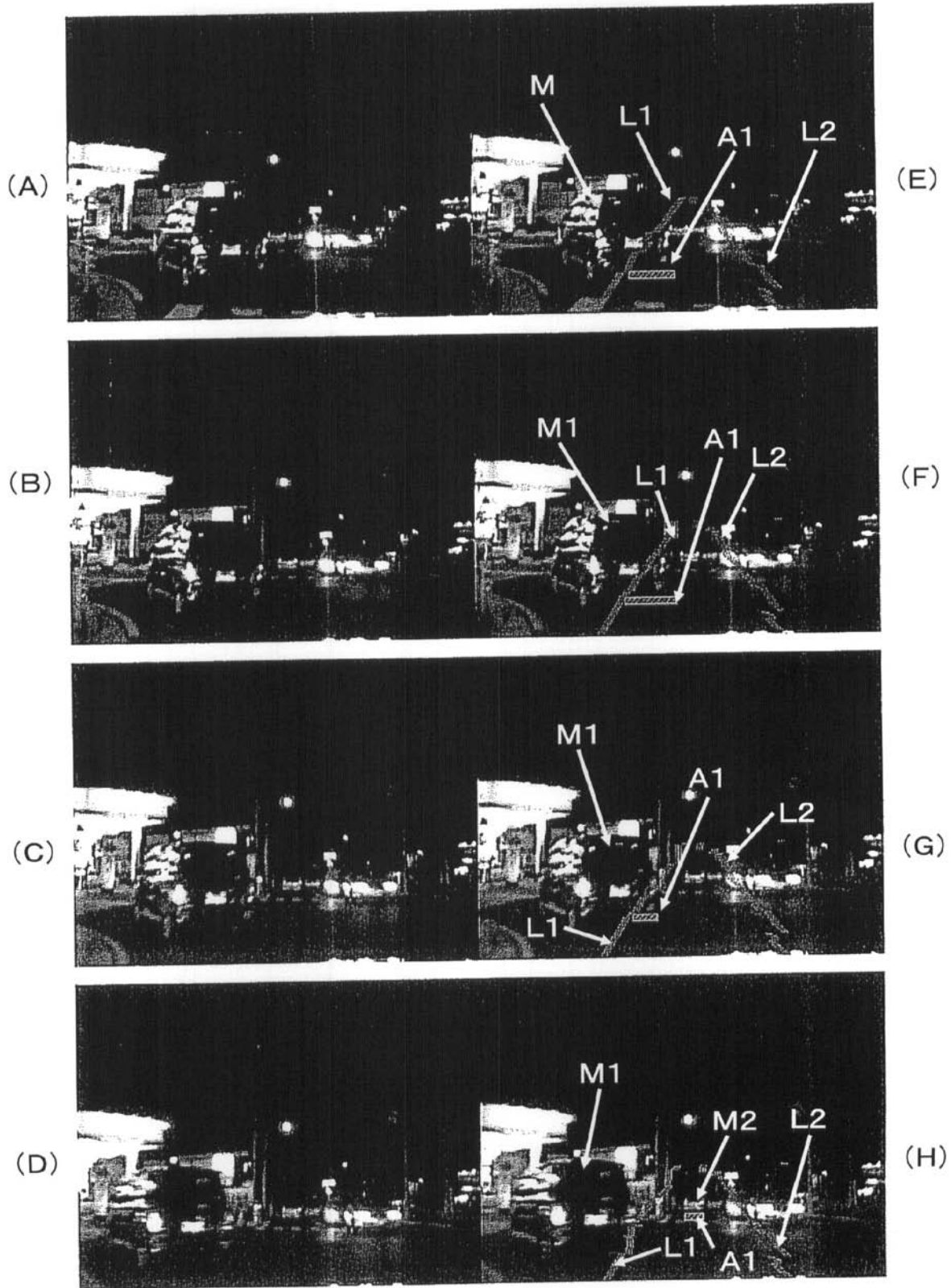
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】

