

明 細 書

発明の名称： 検知装置及び検知システム

技術分野

[0001] 本開示は、検知装置及び検知システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、車両の挙動を検知する技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、道路を俯瞰する位置に設けられた撮像装置によって撮像された入力画像から車両候補を抽出し、車両候補の特徴点の変位から通常車両か逆走車両かを判定する車両監視装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 1 0－2 6 9 4 9 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載の車両監視装置は、車両の挙動を検知するために、画像処理によって、画像から車両の位置情報を算出する。カメラ等によって撮像された画像は、撮像環境の外乱の影響を受けやすい。このため、画像に基づいて得られた位置情報は、十分な精度を有しない場合がある。また、特許文献 1 に記載の車両監視装置は、特徴点の変位から走行方向を判断し、通常車両か逆走車両かを判定しているが、変位量が少ない場合等には、誤検知するおそれがある。本技術分野では、車両の挙動の検知精度を向上させることが望まれている。

[0005] 本開示は、車両の挙動の検知精度を向上可能な検知装置を説明する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一側面に係る検知装置は、予め設定された検知エリアにレーザ光を照射してレーザ光の反射光を受光することで点群情報を生成するレーザレーダを用いて、検知エリアにおける車両の検知対象の挙動である対象挙動を

検知するための装置である。検知装置は、点群情報を取得する取得部と、点群情報に基づいて、車両を検知する車両検知部と、車両検知部によって検知された車両の移動方向及び単位時間当たりの移動量に基づいて、対象挙動を検知する挙動検知部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、車両の挙動の検知精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、一実施形態に係る検知装置を含む検知システムの構成を概略的に示す図である。

[図2]図2は、図1に示されるレーザレーダ及び車両情報取得装置の配置例を示す図である。

[図3]図3は、レーザレーダの設置例を示す図である。

[図4]図4は、図1に示される検知装置のハードウェア構成を示す図である。

[図5]図5は、逆走の検知を説明するための図である。

[図6]図6は、検知装置が行う検知方法の一連の処理を示すフローチャートである。

[図7]図7は、図6の車両挙動検知処理を詳細に示すフローチャートである。

[図8]図8は、図7の解析処理を詳細に示すフローチャートである。

[図9]図9は、図7の削除処理を詳細に示すフローチャートである。

[図10]図10は、逆走の検知の変形例を説明するための図である。

[図11]図11は、Uターンの検知を説明するための図である。

[図12]図12は、右折の検知を説明するための図である。

[図13]図13は、車線変更の検知を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] [1] 実施形態の概要

本開示の一側面に係る検知装置は、予め設定された検知エリアにレーザ光を照射してレーザ光の反射光を受光することで点群情報を生成するレーザレーダを用いて、検知エリアにおける車両の検知対象の挙動である対象挙動を

検知するための装置である。検知装置は、点群情報を取得する取得部と、点群情報に基づいて、車両を検知する車両検知部と、車両検知部によって検知された車両の移動方向及び単位時間当たりの移動量に基づいて、対象挙動を検知する挙動検知部と、を備える。

[0010] この検知装置では、レーザレーダによって生成された点群情報を用いて、車両が検知される。レーザ光の反射光に基づいて生成された点群情報は、光量及び天候等の影響を受けにくいので、点群情報に基づいて車両を高精度に検知することができる。また、上記検知装置では、検知された車両の移動方向及び単位時間当たりの移動量に基づいて、対象挙動が検知される。このように、車両の移動方向だけでなく車両の単位時間当たりの移動量が考慮されるので、計測誤差によって対象挙動が誤検知される可能性を低減することが可能となる。その結果、車両の挙動の検知精度を向上させることが可能となる。

[0011] 車両検知部は、点群情報に基づいて、車両の位置を示す位置情報を算出してもよい。挙動検知部は、第1時刻における位置情報である第1位置情報と、第1時刻よりも前の第2時刻における位置情報である第2位置情報と、に基づいて、移動方向を示すベクトルを算出してもよい。挙動検知部は、ベクトルに基づいて、車両が対象挙動を行ったか否かを判定してもよい。第2時刻から第1時刻までの間に、車両は第2位置情報で示される第2位置から第1位置情報で示される第1位置まで移動している。このため、2つの時刻における位置情報を用いることで、車両の移動方向を示すベクトルを算出することができる。

[0012] 挙動検知部は、第2位置情報によって示される第2位置から第1位置情報によって示される第1位置までの距離と方向とを示す位置ベクトルを算出してもよく、位置ベクトルを第1時刻と第2時刻との時間差で除算することによって速度ベクトルをベクトルとして算出してもよい。この場合、速度ベクトルは、車両の移動方向と単位時間当たりの移動量とを示す。このため、速度ベクトルを用いて車両が対象挙動を行ったか否かが判定されるので、計測

誤差によって対象挙動が誤検知される可能性を低減することが可能となる。

[0013] 挙動検知部は、検知エリアにおいて許可されている車両の通行方向に沿った向きを有する基準ベクトルと速度ベクトルとの内積を計算してもよく、内積と予め定められた閾値とを比較することにより、車両が対象挙動を行ったか否かを判定してもよい。上述のようにして得られた内積は、車両の移動方向及び単位時間当たりの移動量を表す。このため、内積を用いることで、対象挙動の検知に要する計算量を削減することが可能となる。

[0014] 挙動検知部は、ベクトルの推移に基づいて、車両が対象挙動を行ったか否かを判定してもよい。車両が対象挙動を行った場合、車両の移動方向が、時間の経過とともに、対象挙動に応じた所定のパターンで変化する。このため、ベクトルが所定のパターンで推移している場合に車両が対象挙動を行ったと判定することができる。

[0015] 挙動検知部は、対象挙動が交通違反となる挙動である場合、対象挙動を行った車両を特定するための車両情報を外部装置に取得させる取得指令を出力してもよい。この場合、交通違反車両を特定するための車両情報が取得される。このため、例えば、交通違反車両の運転者に対して、違反点数の付与及び罰金の徴収等を行うことができる。

[0016] 本開示の別の側面に係る検知システムは、上述の検知装置と、レーザレーダと、を備える。この検知システムは、上述の検知装置を備えているので、車両の挙動の検知精度を向上させることが可能となる。

[0017] [2] 実施形態の例示

以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面の説明において同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0018] 図1は、一実施形態に係る検知装置を含む検知システムの構成を概略的に示す図である。図2は、図1に示されるレーザレーダ及び車両情報取得装置の配置例を示す図である。図3は、レーザレーダの設置例を示す図である。図4は、図1に示される検知装置のハードウェア構成を示す図である。図5

は、逆走の検知を説明するための図である。

[0019] 図 1 に示される検知システム 1 は、対象地点における車両の挙動を検知するシステムである。より具体的には、検知システム 1 は、対象地点における車両の対象挙動を検知する。対象地点は、監視対象となる道路上の場所（地点）である。対象地点としては、道路上の任意の場所が選択され得る。対象地点として、例えば、交差点、合流地点、及び道路の途中地点が選択される。車両の例としては、自動車及びバイクが挙げられる。

[0020] 対象挙動は、車両の検知対象の挙動である。対象挙動には、（交通）違反走行が含まれる。違反走行としては、例えば、Ｕターン禁止エリアでのＵターン、交差点における右折（又は左折）禁止エリアでの右折（又は左折）、道路において許可されている車両の通行方向と反対向きの走行（以下、「逆走」という）、及び車線変更禁止エリアでの車線変更が挙げられる。本実施形態では、対象挙動として逆走を用いて説明する。検知システム 1 は、高度道路交通システム（ITS：Intelligent Transport Systems）に用いられる。検知システム 1 は、レーザレーダ 2 と、車両情報取得装置 3（外部装置）と、出力装置 4 と、記憶装置 5 と、通信装置 6 と、検知装置 10 と、を備えている。

[0021] レーザレーダ 2 は、点群情報を生成する装置である。レーザレーダ 2 は、ライダー（LiDAR：Light Detection And Ranging）、又はLaser Range Finderとも称される。図 2 及び図 3 に示されるように、レーザレーダ 2 は、対象地点の近傍に設置されている。図 2 に示される例では、対象地点は、道路 T R の途中地点である。レーザレーダ 2 は、例えば、対象地点の上空に設けられる。レーザレーダ 2 は、地上に設置された支持部材 7 に固定されている。支持部材 7 は、例えば、道路 T R の路側に設けられる。支持部材 7 は、例えば、路側に立設された支柱 7 1 と、支柱 7 1 の上端から道路を横断する方向に延びるアーム 7 2 と、を備えている。アーム 7 2 には、レーザレーダ 2 が取り付けられている。支持部材 7 は、例えば、電柱、及び倉庫の壁であってもよい。なお、図 2 等では、支持部材 7 の図示が省略されている。

- [0022] レーザレーダ2は、照射可能範囲R aに向けてレーザ光を照射し、照射したレーザ光の反射光を受光することにより点群情報を生成する。照射可能範囲R aは、レーザレーダ2がレーザ光を照射可能な範囲であり、例えば150 m程度の範囲である。照射可能範囲R aは、検知エリアR dを含む。検知エリアR dは、照射可能範囲R aのうちの監視対象となる領域である。点群情報は、照射可能範囲R aに含まれる各計測点の計測点情報の集合である。
- [0023] 計測点情報は、時刻情報、及び位置情報を含む。時刻情報は、位置情報で示される計測点に対して計測点情報を生成した（反射光を受光した）時刻を示す情報である。位置情報は、計測点の位置を示す情報である。位置には、ヨー角、ピッチ角、及び深度で表される極座標系が用いられてもよく、X座標、Y座標、及びZ座標の3次元座標系が用いられてもよい。各計測点の座標には、例えば、レーザレーダ2の設置位置を原点とした座標が用いられる。図2に示される例では、道路TRの幅方向がX軸方向であり、道路TRの延びる方向がY軸方向であり、高さ方向がZ軸方向である。計測点情報は、反射強度情報をさらに含んでもよい。反射強度情報は、位置情報で示される計測点から、時刻情報で示される時刻に受光した反射光の強度を示す情報である。
- [0024] レーザレーダ2は、レーザ光を用いて照射可能範囲R aを主走査方向及び副走査方向に走査する。照射可能範囲R aへのレーザ光の照射によって得られる点群情報は、1フレームと称される場合がある。照射可能範囲R aへのレーザ光の照射は、所定の時間間隔で繰り返される。レーザレーダ2は、生成した点群情報を検知装置10に送信する。
- [0025] 車両情報取得装置3は、検知装置10によって対象挙動を行ったと判定された車両を特定するための車両情報を取得する装置である。車両情報取得装置3は、例えば、自動速度違反取締装置である。車両情報としては、例えば、ナンバープレートの画像が用いられる。車両情報取得装置3は、検知装置10から車両位置情報とともに取得指令を受信すると、例えば、車両位置情報によって示される位置に存在する車両（取得対象の車両）のナンバープレ

ートを含むように撮影を行い、ナンバープレートの画像を取得する。

[0026] 車両情報取得装置 3 は、監視範囲 R b に取得対象の車両が進入すると、当該車両を撮影する。監視範囲 R b は、車両情報取得装置 3 が撮影可能な範囲であり、数 m 程度である。図 2 に示される例では、監視範囲 R b は、車両情報取得装置 3 に対して、道路 T R の延在方向に沿った両方向に設定されている。車両の前方及び後方に、ナンバープレートが設けられているので、車両情報取得装置 3 は、車両の前方及び後方のいずれから車両を撮影してもよい。

[0027] 車両情報取得装置 3 は、レーザレーダ 2 と同様に、支持部材に固定されている。レーザレーダ 2 と車両情報取得装置 3 とは、同じ支持部材に取り付けられてもよく、互いに異なる支持部材に取り付けられてもよい。なお、図 2 等では、支持部材の図示が省略されている。車両情報取得装置 3 は、車両情報を記憶装置 5 に送信し、車両情報を記憶装置 5 に記憶させてもよい。車両情報取得装置 3 は、通信装置 6 を介して公的機関、及び道路管理業者等に車両情報を送信してもよい。

[0028] 出力装置 4 は、注意、警告、及び指示を行う装置である。出力装置 4 は、例えば、表示板、及びスピーカを含む。出力装置 4 は、検知装置 10 から出力指令を受信すると、注意、警告、及び指示等を違反車両の運転者に向けて出力する。出力装置 4 は、周囲の歩行者等に向けて注意、警告、及び指示等を出力してもよい。

[0029] 記憶装置 5 は、各種情報を記憶する装置である。記憶装置 5 の例としては、ハードディスク装置、及び半導体メモリが挙げられる。記憶装置 5 に記憶される各種情報としては、例えば、車両情報取得装置 3 によって取得された車両情報、後述する検知車両の検知時刻、位置、速度、及び大きさ（寸法）が挙げられる。車両情報取得装置 3 がビデオカメラを含む場合には、各種情報には、検知時刻を含む時間帯のビデオ動画が含まれてもよい。各種情報には、検知時刻を含む時間帯の点群情報が含まれてもよい。各種情報には、検知車両の移動軌跡（時系列の車両位置情報）が含まれてもよい。

- [0030] 通信装置6は、道路脇に設置されている通信設備である。通信装置6は、例えば、路側機（ITSスポット）である。通信装置6は、検知システム1の外部の装置と通信を行う。外部の装置としては、車載器、サーバ装置、及び他のシステム等が挙げられる。通信装置6は、記憶装置5に記憶される各種情報と同様の情報を外部の装置に送信する。
- [0031] 検知装置10は、レーザレーダ2を用いて、検知エリアRdにおける車両の挙動を検知するための装置である。検知装置10は、例えば、コンピュータ等の情報処理装置によって構成される。
- [0032] 図4に示されるように、検知装置10は、物理的には、1又は複数のプロセッサ101、RAM(Random Access Memory)及びROM(Read Only Memory)等の主記憶装置102、ハードディスク装置等の補助記憶装置103、キーボード等の入力装置104、ディスプレイ等の出力装置105、並びに、ネットワークインタフェースカード(NIC)及び無線通信モジュール等のデータ送受信デバイスである通信装置106等のハードウェアを備えるコンピュータとして構成され得る。検知装置10の図1に示される各機能は、主記憶装置102等のハードウェアに1又は複数の所定のコンピュータプログラムを読み込ませることにより、1又は複数のプロセッサ101の制御のもとで各ハードウェアを動作させるとともに、主記憶装置102及び補助記憶装置103におけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。
- [0033] 検知装置10は、機能的には、取得部11と、設定部12と、物体検知部13（車両検知部）と、物体追跡部14と、挙動検知部15と、を備えている。
- [0034] 取得部11は、レーザレーダ2から点群情報を取得する。取得部11は、取得した点群情報を物体検知部13に出力する。
- [0035] 設定部12は、検知エリアRdを示すエリア情報を取得する。例えば、検知装置10の入力装置104を用いてユーザが検知エリアRdを設定する。例えば、対象地点を模擬した3次元空間が出力装置105に表示され、ユー

ザが枠等によって検知エリアR dを設定する。例えば、検知エリアR dは、歩道を含まないように設定される。交差点及び道路には、信号機、支柱、電柱、及び高架等の固定物がある。これらの固定物は、監視対象外であるので、これらの固定物を除外するために、検知エリアR dの高さとして、所定の高さ以下の範囲が設定されてもよい。また、地面を除外するために、検知エリアR dの高さとして、所定の高さ以上の範囲が設定されてもよい。例えば、検知エリアR dの高さには、地表を基準として20cm以上500cm以下の範囲が設定されてもよい。設定部12は、設定された検知エリアR dを示すエリア情報を取得し、取得したエリア情報を物体検知部13に出力する。

[0036] 物体検知部13は、点群情報に基づいて、車両を検知する。具体的には、物体検知部13は、取得部11から点群情報を受け取ると、設定部12から受け取ったエリア情報によって示される検知エリアR d外に位置する計測点の計測点情報を点群情報から除外する。物体検知部13は、残った点群情報をクラスタリングする。つまり、物体検知部13は、検知エリアR d内の複数の計測点のうち、近傍の計測点同士をつなぎ合わせ、クラスタ（塊）に分割する。物体検知部13は、得られたクラスタのそれぞれを単一の検知物体（車両及び人等）として検知する。

[0037] 物体検知部13は、検知物体の寸法（幅、奥行き、及び高さ）及び位置を計算する。検知物体の位置は、検知物体の四隅（前方右端、前方左端、後方右端、及び後方左端）の座標でもよく、クラスタに含まれる計測点情報の位置の平均でもよく、検知物体の重心位置でもよい。検知物体の位置は、前方右端及び前方左端の座標でもよく、レーザレーダ2から見て最も手前の計測点の座標でもよい。

[0038] 検知装置10では、車両の挙動が検知対象であるので、人及び鳥等の移動物体（非車両）を追跡する必要がない。このため、物体検知部13は、検知物体から非車両を除外する。具体的には、物体検知部13は、検知物体の大きさ（寸法）に基づいて、検知物体の分類を行う。ここでは、物体検知部1

3は、検知物体を車両と非車両とに分類する。物体検知部13は、例えば、検知物体の幅が1m未満である場合、検知物体を非車両に分類し、検知物体の幅が1m以上である場合、検知物体を車両に分類する。

- [0039] 物体検知部13は、車両に分類した検知物体（以下、「検知車両」という。）について、検知結果を物体追跡部14に出力する。検知結果は、検知車両の寸法を示す寸法情報、検知車両の位置を示す車両位置情報、及び検知車両を検知した検知時刻を示す検知時刻情報を含む。検知時刻は、例えば、クラスタに含まれる各計測点の計測点情報が有する時刻情報によって示される時刻の平均時刻である。
- [0040] 物体追跡部14は、検知車両を追跡し、追跡結果を生成する。つまり、物体追跡部14は、物体検知部13から検知結果を受け取ると、異なるフレーム（異なる検知時刻）において検知された検知車両に対し、車両ID（Identifier）の対応付けを行う。車両IDは、検知車両を一意に識別可能な識別情報である。具体的には、物体追跡部14は、検知車両の位置及び寸法、並びに、過去の観測結果から推定される速度及び角速度等に基づいて、現在のフレームにおいて検知された検知車両が、過去のフレームにおいて検知された検知車両のいずれかと対応しているかを判定する。
- [0041] 物体追跡部14は、現在のフレームにおいて検知された検知車両が、過去のフレームにおいて検知された検知車両のいずれとも対応しないと判定した場合に、新規の検知車両として当該検知車両に新しい車両IDを付与する。物体追跡部14は、現在のフレームにおいて検知された検知車両が、過去のフレームにおいて検知された検知車両と対応すると判定した場合に、対応する検知車両に付与されている車両IDを現在のフレームにおいて検知された検知車両に付与する。物体追跡部14は、車両IDが付与されている検知車両のうち、長時間検知されていない検知車両について、車両IDを削除する。
- [0042] なお、複数の検知車両を追跡する（ID付けする）問題は、マルチターゲットトラッキング問題と称される。物体追跡部14は、公知のアルゴリズム

を用いて、各検知車両を追跡する。公知のアルゴリズムとしては、SNN (Suboptimal Nearest Neighbor)、GNN (Global Nearest Neighbor)、及びJPDAF (Joint Probabilistic Data Association Filter) 等が挙げられる。物体追跡部14は、追跡結果を挙動検知部15に出力する。追跡結果は、車両ID、車両位置情報、及び検知時刻情報を含む。

[0043] 挙動検知部15は、車両ID及び車両位置情報に基づいて、検知車両の対象挙動を検知する。具体的には、挙動検知部15は、検知車両の移動方向（走行方向）及び単位時間当たりの移動量（走行量）に基づいて、対象挙動を検知する。より具体的に説明すると、挙動検知部15は、物体追跡部14から追跡結果を受け取ると、速度ベクトルを計算する。速度ベクトルは、検知車両の移動方向に沿った向きと、検知車両の単位時間当たりの移動量に応じた大きさと、を有する。つまり、速度ベクトルは、検知車両の移動方向と、検知車両の単位時間当たりの移動量と、を示す。

[0044] 図5に示されるように、挙動検知部15は、例えば、前回（検知時刻 $t-1$ ）のフレームにおける車両位置情報（第2位置情報）と、現在（検知時刻 t ）のフレームにおける車両位置情報（第1位置情報）と、に基づいて、速度ベクトルを計算する。つまり、挙動検知部15は、前回フレームの車両位置情報によって示される検知車両Mの位置 $p(t-1)$ から現在のフレームの車両位置情報によって示される検知車両Mの位置 $p(t)$ までの距離と方向とを示す位置ベクトルを計算する。位置ベクトルは、検知車両Mの移動方向及び移動量を示す。位置ベクトルは、動きベクトルとも称される。式(1)に示されるように、挙動検知部15は、位置 $p(t)$ （第1位置）から位置 $p(t-1)$ （第2位置）を減算することで、位置ベクトルを求め、検知時刻 t （第1時刻）と検知時刻 $t-1$ （第2時刻）との時間差で位置ベクトルを除算することによって、検知時刻 t における速度ベクトル $V_v(t) = (v_x, v_y)$ を計算する。

[数1]

$$V_v(t) = \frac{p(t) - p(t-1)}{t - (t-1)} = (v_x, v_y) \quad \cdots (1)$$

[0045] 挙動検知部 15 は、速度ベクトルに基づいて、検知車両 M が逆走したか否かを判定する。例えば、式 (2) に示されるように、挙動検知部 15 は、基準ベクトル V_r と速度ベクトル $V_v(t)$ との内積を計算する。基準ベクトル V_r は、検知車両 M が走行している道路（車線）において許可されている車両の通行方向に沿った向きを有する単位ベクトルである。単位ベクトルは、その大きさが 1 であるベクトルである。挙動検知部 15 には、基準ベクトル $V_r = (s_x, s_y)$ が予め設定されている。図 5 に示される道路 TR において許可されている車両の通行方向が Y 軸正方向であるとする、基準ベクトル V_r は、 $(0, 1)$ に設定される。

[数2]

$$V_r \cdot V_v(t) = (s_x, s_y) \cdot (v_x, v_y) = s_x \times v_x + s_y \times v_y \quad \dots \quad (2)$$

[0046] 検知車両 M の移動方向が通行方向と同じである場合、内積は正の値となる。検知車両 M の移動方向が通行方向と反対である場合、内積は負の値となる。検知車両 M が停止している場合には、内積は 0 となる。内積の大きさが大きいほど、検知車両 M の単位時間当たりの移動量が大きいことを示す。つまり、内積は、検知車両 M の移動方向及び単位時間当たりの移動量を表す指標として用いられる。

[0047] 挙動検知部 15 は、内積と閾値とを比較することにより、検知車両 M が対象挙動を行ったか否かを判定する。対象挙動が逆走である場合、閾値は、予め定められた負の値であり、レーザレーダ 2 による計測誤差を除外できる程度の大きさ（絶対値）を有する。挙動検知部 15 は、例えば、予め定められた期間（一定時間）以上に亘って、内積が閾値よりも小さい負の値を取り続けた場合、検知車両 M が逆走していると判定する。挙動検知部 15 は、対象挙動を検知した場合、車両情報を取得するための取得指令を車両情報取得装置 3 に出力する。

[0048] 次に、図 6～図 9 を参照して、検知装置 10 が行う検知方法について説明する。図 6 は、検知装置が行う検知方法の一連の処理を示すフローチャートである。図 7 は、図 6 の車両挙動検知処理を詳細に示すフローチャートであ

る。図8は、図7の解析処理を詳細に示すフローチャートである。図9は、図7の削除処理を詳細に示すフローチャートである。図6に示される一連の処理は、例えば、一定の時間ごとに実施される。

[0049] まず、取得部11が、レーザレーダ2から点群情報を取得する（ステップS01）。そして、取得部11は、取得した点群情報を物体検知部13に出力する。続いて、物体検知部13は、点群情報に基づいて、検知物体を検知する（ステップS02）。具体的には、物体検知部13は、取得部11から点群情報を受け取ると、設定部12から受け取ったエリア情報によって示される検知エリアRd外に位置する計測点の計測点情報を点群情報から除外する。そして、物体検知部13は、残った点群情報をクラスタリングし、得られたクラスタのそれぞれを単一の検知物体（車両及び人等）として検知する。そして、物体検知部13は、検知物体の寸法及び位置を計算する。

[0050] 続いて、物体検知部13は、検知物体を分類する（ステップS03）。具体的には、物体検知部13は、検知物体の寸法に基づいて、検知物体を車両と非車両とに分類する。そして、物体検知部13は、車両に分類した検知物体について、検知結果を物体追跡部14に出力する。

[0051] 続いて、物体追跡部14は、検知物体（検知車両）を追跡する（ステップS04）。具体的には、物体追跡部14は、物体検知部13から検知結果を受け取ると、現在のフレームにおいて検知された検知車両が、過去のフレームにおいて検知された検知車両のいずれとも対応しないと判定した場合に、新規の検知車両として当該検知車両に新しい車両IDを付与する。物体追跡部14は、現在のフレームにおいて検知された検知車両が、過去のフレームにおいて検知された検知車両と対応すると判定した場合に、対応する検知車両に付与されている車両IDを現在のフレームにおいて検知された検知車両に付与する。そして、物体追跡部14は、追跡結果（車両ID、車両位置情報、及び検知時刻情報）を挙動検知部15に出力する。

[0052] 続いて、挙動検知部15は、車両挙動検知処理を実施する（ステップS05）。ステップS05の車両挙動検知処理では、図7に示されるように、挙

動検知部 15 は、物体追跡部 14 から追跡結果を受け取ると、追跡結果に含まれる各車両 ID について、ステップ S 11 ～ステップ S 14 の処理を行う。まず、挙動検知部 15 は、管理テーブルを更新する（ステップ S 11）。管理テーブルは、検知車両を管理するためのテーブルである。

[0053] 管理テーブルは、車両 ID と、履歴情報と、を対応付けた挙動情報を管理している。履歴情報は、車両 ID によって示される検知車両の位置の履歴（移動軌跡）を示す情報である。履歴情報は、検知時刻を示す検知時刻情報と、車両 ID によって示される検知車両の当該検知時刻における位置を示す車両位置情報と、の 1 つ以上の組を有する。

[0054] 挙動検知部 15 は、追跡結果に含まれる車両 ID を含む挙動情報が管理テーブルに存在しない場合には、当該車両 ID を含む挙動情報を管理テーブルに追加登録する。つまり、挙動検知部 15 は、新たな挙動情報を追加し、挙動情報の車両 ID として追跡結果に含まれる車両 ID を設定し、追跡結果に含まれる検知時刻情報及び車両位置情報の組を履歴情報に設定する。挙動検知部 15 は、追跡結果に含まれる車両 ID を含む挙動情報が管理テーブルに存在する場合には、追跡結果に含まれる検知時刻情報及び車両位置情報の組を、当該挙動情報の履歴情報に追加する。

[0055] 続いて、挙動検知部 15 は、解析処理を行う（ステップ S 12）。ステップ S 12 の解析処理では、図 8 に示されるように、挙動検知部 15 は、まず、検知車両 M の速度ベクトル $V_v(t)$ を計算する（ステップ S 21）。具体的には、挙動検知部 15 は、車両 ID に対応する履歴情報から最新の検知時刻（ここでは、検知時刻 t とする。）における車両位置情報と前回の検知時刻（ここでは、検知時刻 $t-1$ とする。）における車両位置情報とを抽出する。そして、挙動検知部 15 は、式（1）に示されるように、検知時刻 t の車両位置情報によって示される検知車両 M の位置 $p(t)$ から検知時刻 $t-1$ の車両位置情報によって示される検知車両 M の位置 $p(t-1)$ を減算することで、位置ベクトルを求め、検知時刻 t と検知時刻 $t-1$ との時間差で位置ベクトルを除算することによって、速度ベクトル $V_v(t) = (v_x$

, v_y) を計算する。

[0056] 続いて、挙動検知部15は、式(2)に示されるように、基準ベクトル V_r と速度ベクトル $V_v(t)$ との内積を計算する(ステップS22)。そして、挙動検知部15は、内積と閾値とを比較し、内積が閾値よりも小さいか否かを判定する(ステップS23)。挙動検知部15は、内積が閾値よりも小さいと判定した場合(ステップS23; YES)、検知車両Mが逆走していると判定し(ステップS24)、ステップS12の解析処理を終了する。一方、挙動検知部15は、内積が閾値以上であると判定した場合(ステップS23; NO)、検知車両Mは逆走していないと判定し、ステップS12の解析処理を終了する。

[0057] なお、挙動検知部15は、ステップS23において、予め定められた期間(一定時間)以上に亘って、内積が閾値よりも小さい負の値を取り続けたか否かを判定してもよい。挙動検知部15は、一定時間以上に亘って、内積が閾値よりも小さい負の値を取り続けた場合に、検知車両Mが逆走していると判定してもよい。

[0058] 続いて、図7に示されるように、挙動検知部15は、ステップS12において検知車両Mの挙動が逆走である(違反している)と判定された場合には(ステップS13; YES)、検知車両の車両情報を取得するために、取得指令を車両位置情報とともに車両情報取得装置3に送信する(ステップS14)。このとき、挙動検知部15は、違反車両に関する各種情報を記憶装置5及び通信装置6に送信してもよい。各種情報には、検知車両(違反車両)の検知時刻、位置、速度、及び大きさ(寸法)が含まれ得る。各種情報には、検知時刻を含む時間帯のビデオ動画が含まれてもよい。各種情報には、検知時刻を含む時間帯の点群情報、及び検知車両の移動軌跡(時系列の車両位置情報)が含まれてもよい。さらに、挙動検知部15は、違反車両に対して注意、警告、及び指示を行うための出力指令を出力装置4に送信してもよい。挙動検知部15は、ステップS12において検知車両Mの挙動が逆走でないと判定された場合には(ステップS13; NO)、取得指令を車両情報取

得装置 3 に送信しない。

[0059] そして、挙動検知部 15 は、追跡結果に含まれるすべての車両 I D を処理したか否かを判定する（ステップ S 15）。挙動検知部 15 は、すべての車両 I D を処理したわけではないと判定した場合には（ステップ S 15 ; N O）、次の車両 I D について、ステップ S 11 ~ ステップ S 15 を再び実行する。一方、挙動検知部 15 は、すべての車両 I D を処理したと判定した場合には（ステップ S 15 ; Y E S）、挙動情報の削除処理を行う（ステップ S 16）。

[0060] ステップ S 16 の削除処理では、図 9 に示されるように、挙動検知部 15 は、管理テーブルに登録されている各挙動情報について、ステップ S 31 及びステップ S 32 の処理を行う。まず、挙動検知部 15 は、現在の時刻と挙動情報の履歴情報に含まれている最新の検知時刻情報によって示される検知時刻との差を計算し、その差が予め設定された閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 31）。閾値は、例えば、車両が検知エリア R d を通過するのに要する平均時間よりも大きい値に設定されている。挙動検知部 15 は、差が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 31 ; Y E S）、当該挙動情報の車両 I D によって示される車両が検知エリア R d から退出したとみなして、当該挙動情報を管理テーブルから削除する（ステップ S 32）。一方、挙動検知部 15 は、差が閾値未満であると判定した場合（ステップ S 31 ; N O）、当該挙動情報を管理テーブルから削除しない。

[0061] そして、挙動検知部 15 は、管理テーブルに登録されているすべての挙動情報を処理したか否かを判定する（ステップ S 33）。挙動検知部 15 は、すべての挙動情報を処理したわけではないと判定した場合には（ステップ S 33 ; N O）、次の挙動情報について、ステップ S 31 ~ ステップ S 33 を再び実行する。一方、挙動検知部 15 は、すべての挙動情報を処理したと判定した場合には（ステップ S 33 ; Y E S）、車両挙動検知処理を終了する。以上により、検知装置 10 が行う検知方法の一連の処理が終了する。

[0062] そして、車両情報取得装置 3 は、検知装置 10（挙動検知部 15）から車

両位置情報とともに取得指令を受信すると、車両情報を取得する。具体的には、車両情報取得装置3は、車両位置情報によって示される位置に存在する車両が監視範囲R_bに進入すると、当該車両のナンバープレートを含むように撮影を行うことで、ナンバープレートの画像を取得する。そして、車両情報取得装置3は、車両情報を記憶装置5に送信し、車両情報を記憶装置5に記憶させるとともに、通信装置6を介して公的機関、及び道路管理業者等に車両情報を送信する。

[0063] 以上説明したように、検知システム1及び検知装置10では、レーザレーダ2によって生成された点群情報を用いて、検知車両Mが検知される。レーザレーダ2は、時間帯（朝及び夜）による光量の変化、天候（雨天、降雪、及び濃霧）の変化、並びに太陽光及びヘッドライト等の強い光の入光といった環境の外乱の影響を受けにくい。また、レーザレーダ2は、レーザレーダ2と物体との距離を数cm程度の誤差で計測することができる。このため、検知システム1及び検知装置10では、検知車両Mの位置を高精度に検知することができる。

[0064] レーザレーダ2による計測の誤差によって、実際の車両の移動とは異なる方向の移動が検知される場合がある。つまり、検知車両Mの位置が正確に得られないことがあるので、例えば、検知車両Mの移動方向だけで対象挙動を検知する場合には、車両が停止していたとしても、検知車両Mが逆走していると判定され得る。このため、検知車両Mの移動方向だけで対象挙動を検知する場合には、誤検知が生じる可能性がある。これに対し、検知システム1及び検知装置10では、検知車両Mの移動方向及び単位時間当たりの移動量に基づいて、対象挙動が検知される。具体的には、検知システム1及び検知装置10では、速度ベクトル $V_v(t)$ を用いて、検知車両Mが対象挙動を行ったか否かが判定される。速度ベクトル $V_v(t)$ は、検知車両Mの移動方向と、検知車両Mの単位時間当たりの移動量と、を示す。このように、検知車両Mの移動方向だけでなく検知車両Mの単位時間当たりの移動量が考慮されるので、例えば、検知車両Mの単位時間当たりの移動量が小さい場合に

は、検知車両Mが対象挙動を行っていないと判定することができる。これにより、計測誤差によって対象挙動が誤検知される可能性を低減することが可能となる。その結果、車両の挙動の検知精度を向上させることが可能となる。

[0065] また、検知システム1及び検知装置10では、検知時刻 t における検知車両Mの位置 $p(t)$ と、検知時刻 $t-1$ における検知車両Mの位置 $p(t-1)$ と、に基づいて、速度ベクトル $V_v(t)$ が算出され、速度ベクトル $V_v(t)$ に基づいて、検知車両Mが対象挙動を行ったか否かが判定される。検知時刻 $t-1$ から検知時刻 t までの間に、検知車両Mは位置 $p(t-1)$ から位置 $p(t)$ まで移動している。このため、検知時刻 $t-1$ 、 t における車両位置情報を用いることで、検知車両Mの移動方向を示す位置ベクトルを算出することができる。また、検知時刻 $t-1$ と検知時刻 t との時間差によって、位置ベクトルを除算することで、速度ベクトル $V_v(t)$ を算出することができる。

[0066] 検知システム1及び検知装置10では、基準ベクトル V_r と速度ベクトル $V_v(t)$ との内積が計算され、内積と閾値とを比較することにより、検知車両Mが対象挙動を行ったか否かが判定される。上述のようにして得られた内積は、検知車両Mの移動方向及び単位時間当たりの移動量を表すことができる。例えば、内積が正の値であれば、検知車両Mの移動方向が、道路TR（車線）において許可されている通行方向と同じであり、内積が負の値であれば、検知車両Mの移動方向が道路TR（車線）において許可されている通行方向と反対である。内積の大きさは、検知車両Mの単位時間当たりの移動量を表す。このため、内積を用いることで、対象挙動の検知に要する計算量を削減することが可能となる。

[0067] 挙動検知部15は、対象挙動が交通違反となる挙動である場合、対象挙動を行った車両を特定するための車両情報を車両情報取得装置3に取得させる取得指令を出力する。これにより、違反車両を特定するための車両情報が取得される。このため、例えば、違反車両の運転者に対して、違反点数の付与

及び罰金の徴収等を行うことができる。また、違反車両を特定することによって、違反車両の運転者に警告を与えることができる。逆走のような危険度の高い運転に対しては、運転指示を行うことができる。運転指示の例としては、「逆走しているので直ちにＵターンせよ」等が挙げられる。

[0068] レーザレーダ２は、照射可能範囲 R_a （検知エリア R_d ）に対してレーザ光を繰り返し照射するので、検知車両 M の位置を経時的に検知することができる。レーザレーダ２は、カメラ等と比較して、検知エリア R_d が広いので、複数のレーザレーダ２を設置する必要がない。レーザレーダ２は、交差点内のような見通しの良い空間でも計測することができる。

[0069] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

[0070] 例えば、上記実施形態では、検知装置１０は、１つの装置として構成されているが、２以上の装置で構成されてもよい。検知装置１０は、レーザレーダ２を備えていてもよい。レーザレーダ２が検知装置１０の機能を有する情報処理装置を備えていてもよい。

[0071] 対象地点は、交差点でもよい。交差点は、２つの道路が交差する交差点でもよく、Ｔ字路でもよい。対象地点は、２以上の道路が合流する合流地点でもよく、ビル等の施設の出口と道路との合流地点でもよい。対象地点は、一般道に設定されてもよく、高速道路に設定されてもよい。

[0072] 挙動検知部１５は、速度ベクトル $V_v(t)$ に代えて、位置ベクトルに基づいて、検知車両 M が対象挙動を行ったか否かを判定してもよい。また、速度ベクトル $V_v(t)$ （又は位置ベクトル）の計算には、連続する２つのフレームにおける検知車両 M の位置が用いられなくてもよく、２つの検知時刻における検知車両 M の位置が用いられればよい。

[0073] 逆走を検知する対象となる道路は、１車線（走行レーン）の道路でなくてもよく、複数の車線を有する道路であってもよい。許可されている通行方向が互いに同じ車線には、共通の基準ベクトルが設定される。図１０に示される例では、道路 TR は、２つの車線 $TL1$ と、３つの車線 $TL2$ と、中央分

離帯Cと、を有する。この道路TRでは、中央分離帯Cによって2つの車線TL1と3つの車線TL2とに分離されている。2つの車線TL1において許可されている通行方向は互いに同じ方向（Y軸正方向）であり、3つの車線TL2において許可されている通行方向は互いに同じ方向（Y軸負方向）である。この場合、2つの車線TL1に対して、基準ベクトル $V_{r1} = (0, 1)$ が設定される。同様に、3つの車線TL2に対して、基準ベクトル $V_{r2} = (0, -1)$ が設定される。この構成では、レーザレーダ2の数を増やすことなく、許可されている通行方向が異なる車線の逆走を検知することができる。なお、基準ベクトルは、車線毎に設定されてもよい。

[0074] 挙動検知部15は、速度ベクトルの推移に基づいて、検知車両Mが対象挙動を行ったか否かを判定してもよい。この場合、挙動情報は、履歴情報に各検知時刻において算出された速度ベクトルをさらに含む。挙動検知部15は、挙動情報に含まれる複数の速度ベクトルを時系列に並べた場合の複数の速度ベクトルの向きの変化に基づいて、対象挙動を検知する。例えば、対象挙動が逆走である場合、挙動検知部15は、連続する2以上のフレームにおいて、速度ベクトルの向きが道路（車線）において許可されている通行方向と反対である場合に、検知車両Mが逆走していると判定する。あるいは、内積を用いる場合には、上述のように、挙動検知部15は、予め定められた期間（一定時間）以上に亘って、内積が閾値よりも小さい負の値を取り続けた場合、検知車両Mが逆走していると判定してもよい。

[0075] 対象挙動は、逆走に限られない。例えば、図11に示されるように、対象挙動は、Uターンが禁止されている交差点PでのUターンであってもよい。Uターンは、車両が進行方向を180度変えて反対方向に進むことであり、転回とも称される。図11に示される例では、交差点PからY軸正方向に沿って延びる1つの道路TRは、交差点Pに進入する複数（ここでは、3つ）の車線TL_{in}と、交差点Pから退出する複数（ここでは、2つ）の車線TL_{out}と、車線TL_{in}と車線TL_{out}との間に設けられた中央分離帯Cと、を有する。車線TL_{out}は、車線TL_{in}のX軸負方向に配置され

ている。車線 $TLin$ において許可されている通行方向は Y 軸負方向であり、車線 $TLout$ において許可されている通行方向は Y 軸正方向である。

[0076] この場合、検知車両 M の各検知時刻 $t-7 \sim t$ の位置 $p(t-7) \sim p(t)$ のうち、時系列で互いに隣り合う 2 つの位置から速度ベクトル $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ が算出される。そして、挙動検知部 15 は、例えば、速度ベクトル $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ を時系列に（古い順に）並べた場合の速度ベクトル $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ の向きの変化に基づいて、Uターンを検知する。例えば、挙動検知部 15 は、時系列に並べられた速度ベクトル $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ の向きが Y 軸負方向、 X 軸負方向、及び Y 軸正方向の順に変化する場合に、検知車両 M が車線 $TLin$ から車線 $TLout$ に Uターンしたと判定する。

[0077] 図 12 に示されるように、対象挙動は、右折が禁止されている交差点 P で右折であってもよい。図 12 に示される例では、交差点 P から Y 軸正方向に沿って延びる道路 $TR1$ は、交差点 P に進入する複数（ここでは、3 つ）の車線 $TLin$ を有する。交差点 P から X 軸負方向に沿って延びる道路 $TR2$ は、交差点 P から退出する複数（ここでは、2 つ）の車線 $TLout$ を有する。この場合も Uターンと同様に、検知車両 M の各検知時刻 $t-7 \sim t$ の位置 $p(t-7) \sim p(t)$ のうち、時系列で互いに隣り合う 2 つの位置から速度ベクトル $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ が算出される。挙動検知部 15 は、時系列に（古い順に）並べられた $V_v(t-6) \sim V_v(t)$ の向きが Y 軸負方向、及び X 軸負方向の順に変化する場合に、検知車両 M が道路 $TR1$ の車線 $TLin$ から道路 $TR2$ の車線 $TLout$ に右折したと判定する。

[0078] 図 13 に示されるように、対象挙動は、車線変更が禁止されているエリア（区間）での車線変更であってもよい。車線変更は、車両が 1 つの車線から別の車線に移動することである。この場合、1 つの道路が、複数の車線を含み、複数の車線において許可されている通行方向が互いに同じであり、互いに隣り合う 2 つの車線の間には、車線変更の禁止を表す線（日本では黄色線）が設けられている。図 13 に示される例では、1 つの道路 TR が、同じ通

行方向を有する2つの車線 $TL1$ 、 $TL2$ を含む。車線 $TL1$ 、 $TL2$ の通行方向は、 X 軸負方向である。この場合、検知車両 M の各検知時刻 $t-5 \sim t$ の位置 $p(t-5) \sim p(t)$ のうち、時系列で互いに隣り合う2つの位置から速度ベクトル $V_v(t-4) \sim V_v(t)$ が算出される。挙動検知部15は、時系列に（古い順に）並べられた $V_v(t-4) \sim V_v(t)$ の向きが X 軸負方向、 X 軸負方向及び Y 軸負方向の成分を有する方向、及び X 軸負方向の順に変化する場合に、検知車両 M が車線 $TL1$ から車線 $TL2$ に車線変更したと判定する。

[0079] 車線変更の検知対象となる道路は、2車線を有する道路に限られず、3車線以上の複数の車線を有する道路であってもよい。2車線間の車線変更と同様にして、複数車線における車線変更を検知することができる。

[0080] 以上のように、検知車両 M が対象挙動を行った場合、検知車両 M の移動方向が、時間の経過とともに、対象挙動に応じた所定のパターンで変化する。このため、速度ベクトルが所定のパターンで推移している場合に検知車両 M が対象挙動を行ったと判定することができる。

[0081] 対象挙動は、交通違反となる挙動（走行）に限られない。例えば、対象挙動は、Uターンが禁止されていないエリアでのUターン、右折（又は左折）が禁止されていないエリアでの右折（又は左折）、車線変更が禁止されていないエリアでの車線変更、通常走行、及び進路変更等でもよい。進路変更は、道路が延びる方向に対して斜めに向いて進行することである。進路変更は、車線変更を含む。進路変更は、車線変更と同様にして検知され得る。

[0082] 通常走行は、道路（車線）において許可されている車両の通行方向に沿った走行である。通常走行の検知は、逆走の検知と同様に行われる。速度ベクトル $V_v(t)$ と基準ベクトル V_r との内積を用いる場合には、通常走行判定用の閾値は、逆走判定用の閾値と異なる。つまり、通常走行判定用の閾値は、予め定められた正の値であり、レーザレーダ2による計測誤差を除外できる程度の大きさを有する。そして、挙動検知部15は、内積と通常走行判定用の閾値とを比較することにより、検知車両 M が通常走行を行っているか

否かを判定する。例えば、挙動検知部 15 は、内積が通常走行判定用の閾値よりも大きい場合、検知車両 M は通常走行を行っているとして判定し、内積が通常走行判定用の閾値以下であると判定した場合、検知車両 M は通常走行を行っていないと判定する。挙動検知部 15 は、予め定められた期間（一定時間）以上に亘って、内積が通常走行判定用の閾値よりも大きい正の値を取り続けた場合、検知車両 M が通常走行していると判定してもよい。

[0083] 対象挙動が交通違反となる挙動でない場合、検知システム 1 は、対象挙動を行った車両の数等の統計情報を取得する。この場合、検知システム 1 は、車両情報取得装置 3 を備えていなくてもよい。

[0084] レーザレーダ 2 及び車両情報取得装置 3 の配置は、各図に示された配置に限られない。例えば、図 5 では、車両情報取得装置 3 は、逆走車両を前方及び後方から撮影可能である。車両情報取得装置 3 は、逆走車両を後方のみから撮影可能なように設けられてもよく、逆走車両を前方のみから撮影可能なように設けられてもよい。

[0085] レーザレーダ 2 として、全周囲方向にレーザ光を照射できるタイプの 3 次元レーザレーダが用いられてもよい。例えば、対象挙動が、交差点における U ターンである場合、交差点の 4 つの道路における U ターンを検知することが可能となる。対象挙動が右折である場合、交差点から延びる複数の道路からの右折を検知することが可能となる。また、検知システム 1 及び検知装置 10 は、単一のレーザレーダ 2 で、複数種類の対象挙動を検知してもよい。これらの場合、単一のレーザレーダ 2 で、複数の車両の挙動を検知することができるので、レーザレーダ 2 の数を低減することが可能となる。

[0086] 検知システム 1 は、単一のレーザレーダ 2 を備えているが、検知システム 1 は、複数のレーザレーダ 2 を備えていてもよい。この場合、検知装置 10 は、複数のレーザレーダ 2 によって生成された点群情報を結合して使用してもよい。この構成では、死角が少なくなるので、検知の確実性を向上させることが可能となる。

[0087] 車両情報取得装置 3 は、自動速度違反取締装置に限られず、高解像度を有

するビデオカメラでもよい。車両情報取得装置 3 は、夜間に対応するために、撮影用の光源（フラッシュ装置、又はストロボ装置ともいう。）をさらに備えていてもよい。車両情報取得装置 3 は、例えば、通信装置 6 と車載器とによる無線通信によって、車両情報（ナンバープレートに記載された情報等）を取得してもよい。

[0088] 車両情報取得装置 3 が取得する車両情報は、ナンバープレートの画像に限られない。車両情報は、車両の運転者の顔写真でもよい。車両情報は、例えば、運転免許証情報等の電子的な情報であってもよい。

[0089] 違反車両の走行先にゲート（遮断機）が設置されている場合、検知装置 10 は、違反車両が物理的に走行できなくするために、ゲートを封鎖するように制御してもよい。例えば、高速道路には ETC（Electronic Toll Collection System）ゲートが設けられているので、挙動検知部 15 は、ETC ゲートを封鎖するように制御してもよい。この場合、違反車両の走行を妨害することができ、違反走行を阻止することができる。

[0090] 検知システム 1 及び検知装置 10 が、違反車両の走行制御システムに介入できる場合、違反車両を安全に停止させてもよい。

[0091] 対象挙動が U ターンである場合、挙動検知部 15 は、交差点中心と検知車両 M の U ターン時の軌跡との最小距離、及び U ターン開始位置を計算してもよい。挙動検知部 15 は、これらの情報を検知車両 M に関する各種情報に含めて、各種情報を記憶装置 5 及び通信装置 6 に送信してもよい。U ターン開始位置は、検知車両 M が交差点に進入したときの検知車両 M の位置である。車両が交差点の中心近くまで深く進入して U ターンした場合、及び中央分離帯から離れた位置から U ターンを開始した場合等では、危険度が高い。このため、上記情報をさらに追加することで、例えば、危険度が高い U ターンを行った運転者に高いペナルティを与えることができる。

[0092] 検知装置 10 は、緊急車両のサイレン音、又は緊急車両の座標情報（GPS（Global Positioning System）情報）に基づいて、緊急車両が対象地点に接近しているか否かを判定する判定部をさらに備えてもよい。例えば、車

線変更禁止エリアであっても、緊急車両に進路を譲る場合には、車線変更が認められる。このため、挙動検知部 15 は、緊急車両が対象地点を通行したことを示す情報を、検知車両 M に関する各種情報に追加して、各種情報を記憶装置 5 及び通信装置 6 に送信してもよい。挙動検知部 15 は、緊急車両が対象地点を通行している間の検知車両 M に関する各種情報を、記憶装置 5 及び通信装置 6 に送信しなくてもよい。

[0093] 方向指示器によって進行方向の指示を出すことなく、右左折、又は車線変更を行うことは、交通違反（合図不履行違反）である。この交通違反を検知するために、検知システム 1 は、ビデオカメラ等の撮像装置をさらに備えてもよい。撮像装置は、撮像画像を検知装置 10 に送信する。挙動検知部 15 は、撮像画像を解析することで、検知車両 M が進行方向の指示を出しているか否かを判定する。そして、挙動検知部 15 は、右左折、又は車線変更を行った検知車両 M が進行方向の指示を出していないと判定した場合、検知車両 M を違反車両と判定してもよい。

符号の説明

- [0094] 1 検知システム
2 レーザレーダ
3 車両情報取得装置（外部装置）
4 出力装置
5 記憶装置
6 通信装置
10 検知装置
11 取得部
12 設定部
13 物体検知部（車両検知部）
14 物体追跡部
15 挙動検知部
M 検知車両

R d 検知エリア