

(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2019-185366

(P2019-185366A)

(43) 公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 8 G 1/09 (2006.01) G 0 8 G 1/09 F 5 H 1 8 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2018-75101 (P2018-75101)	(71) 出願人	000002130
(22) 出願日	平成30年4月10日 (2018. 4. 10)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100099933
			弁理士 清水 敏
		(74) 代理人	100078813
			弁理士 上代 哲司
		(74) 代理人	100094477
			弁理士 神野 直美
		(72) 発明者	黒田 伸介
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
			住友電気工業株式会社内

最終頁に続く

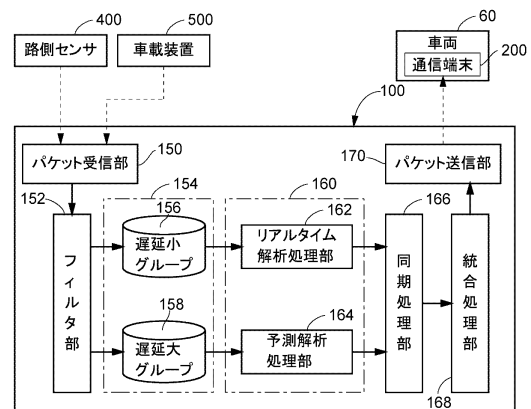
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、システム、方法、及びコンピュータプログラム

(57) 【要約】

【課題】異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことが可能な情報処理装置を提供する。

【解決手段】情報処理装置は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

情報処理装置であって、

複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、

前記センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、前記受信部が受信した前記センサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、

前記判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、

前記判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、

前記予測解析処理部が生成した予測情報及び前記リアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を前記情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む、情報処理装置。

10

【請求項 2】

前記遅延情報は、通信に関する遅延時間を含み、

前記予測解析処理部は、処理対象のセンサデータの遅延時間に応じた時間だけ先の将来の状態を予測して前記予測情報を生成する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記遅延情報は、通信に関する遅延時間を含み、

前記予測解析処理部は、処理対象のセンサデータ毎に、各センサデータの前記遅延時間だけ先の将来の状態を予測して前記予測情報を生成する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 4】

前記判定部は、センサデータの遅延時間が所定のしきい値以上か否かに基づいて、前記センサデータの各々に対して前記予測解析処理を実行するか否かを判定する、請求項 2 又は請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記遅延情報は、センサデータが送信される通信回線の種類を識別するための識別情報を含み、

前記判定部は、前記識別情報に基づいて、前記センサデータの各々に対して前記予測解析処理を実行するか否かを判定する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

30

【請求項 6】

遅延時間を所定のしきい値と比較することにより、前記受信部が受信したセンサデータを、遅延時間が前記しきい値未満である第 1 のグループ及び遅延時間が前記しきい値以上である第 2 のグループに分類する分類部をさらに含み、

前記判定部は、前記分類部の分類結果に基づいて、前記センサデータの各々に対して前記予測解析処理を実行するか否かを判定し、

前記リアルタイム解析処理部は、前記第 1 のグループに属するセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム情報生成部を含み、

40

前記予測解析処理部は、前記第 2 のグループに属するセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測情報生成部を含み、

前記情報出力部は、前記予測情報生成部が生成した予測情報に前記リアルタイム情報生成部が生成したリアルタイム情報を前記情報処理装置の外部に出力する、請求項 2 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記予測解析処理部が生成した予測情報及び前記リアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を統合する統合処理部をさらに含み、

前記情報出力部は、前記統合処理部によって統合された、前記予測情報及び前記リアル

50

タイム情報を前記情報処理装置の外部に出力する、請求項１～請求項６のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【請求項８】

移動体から送信される、当該移動体の移動予定ルートを受信するルート情報受信部をさらに含み、

前記情報出力部は、前記ルート情報受信部が受信した移動予定ルートに基づいて、当該移動予定ルートを送信した移動体に対して、前記予測情報と前記リアルタイム情報とを統合して配信する情報配信部を含む、請求項７に記載の情報処理装置。

【請求項９】

前記複数の検知装置の少なくとも１つは、移動体に搭載された当該移動体の周囲の状況情報をセンサデータとして送信する移動体検知装置であり、 10

前記受信部は、前記移動体検知装置から送信されたセンサデータを受信する機能を持つ、請求項１～請求項８のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【請求項１０】

前記情報処理装置は、移動体に搭載される、請求項１～請求項９のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【請求項１１】

互いに通信可能に接続された複数の情報処理装置を含み、外部への情報提供処理を前記複数の情報処理装置にて分散処理するシステムであって、

前記複数の情報処理装置は第１の情報処理装置及び第２の情報処理装置を含み、 20

前記システムは、

複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、

前記センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、前記受信部が受信した前記センサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、

前記判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、

前記判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、

前記予測解析処理部が生成した予測情報及び前記リアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を前記情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含み、 30

前記第１の情報処理装置は、前記予測解析処理部による処理を実行し、

前記第２の情報処理装置は、前記リアルタイム解析処理部による処理を実行する、システム。

【請求項１２】

受信したセンサデータを解析処理してその解析結果を配信する情報処理装置と、車両に搭載され、前記情報処理装置から配信される前記解析結果を受信する通信端末とを含むシステムであって、

前記情報処理装置は、

複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、 40

前記センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、前記受信部が受信した前記センサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、

前記判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、

前記判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、

前記予測解析処理部が生成した予測情報及び前記リアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を統合する統合部と、

前記統合部によって統合された、前記予測情報及び前記リアルタイム情報を前記通信 50

端末に配信する情報配信部とを含み、

前記通信端末は、前記情報配信部が配信した統合情報を受信して、受信した統合情報を当該通信端末が搭載される車両の搭乗者に通知する情報通知部を含む、システム。

【請求項 1 3】

複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信するステップと、

前記センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、前記受信するステップにおいて受信した前記センサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおける判定結果が肯定であるセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成するステップと、

前記判定するステップにおける判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するステップと、

前記予測情報を生成するステップにおいて生成された予測情報及び前記リアルタイム情報を生成するステップにおいて生成されたリアルタイム情報を外部に出力するステップとを含む、方法。

【請求項 1 4】

コンピュータを、

複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部、

前記センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、前記受信部が受信した前記センサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部、

前記判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して前記予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部、

前記判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部、及び

前記予測解析処理部が生成した予測情報及び前記リアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を前記コンピュータの外部に出力する情報出力部として機能させる、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、システム、方法、及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車及び自動二輪車等（以下「車両」と呼ぶ）の運転に関して運転者を支援する運転支援システムが提案されている。こうした運転支援システムは、種々の情報を処理するための情報処理装置（サーバ）を含む。情報処理装置は、道路及びその周辺に設置された検知装置（カメラ、レーダ装置等）から情報を収集する。例えば、交差点等にカメラが設置されている場合、当該カメラで撮影された映像データ（センサデータ）は通信回線を介して情報処理装置に送信される。情報処理装置は、送信されたセンサデータを受信して解析し、当該解析によって得られた交通に関する情報を運転支援情報として車両に提供する。

【0003】

道路等に複数の検知装置が設置されている場合、情報処理装置には各検知装置から送信されるセンサデータが入力される。後掲の特許文献 1 には、こうした構成が開示されている。具体的には、特許文献 1 には、複数の街頭カメラで捉えた各所の映像を同じ通信回線を介して受信局に伝送するシステムが開示されている。各映像データは通信経路上に位置する複数の中継器を介して伝送される。中継器間のリンクのスループットは時間的に一定ではなく常に変動しているため、このスループットの変動によってサービス全体の品質が低下する。これを避けるために、通信経路のスループット変動を逐次検出して、経路状態に応じた伝送レート制御が行なわれている。特許文献 1 では、経路上の中継器を監視する

10

20

30

40

50

ことにより、通信経路のスループット変動の検出を行なう。その際、中継器におけるデータの遅延時間に応じて中継器毎の監視の重要度を決定し、その重要度に応じて監視対象の中継器を決定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】WO2009/150849号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

各検知装置が検出した各情報（センサデータ）は同じ通信回線を介して送信されるとは限らない。検知装置によっては、他の検知装置とは異なる通信回線を介して情報処理装置にセンサデータが送信されることがある。通信回線が異なると、通信速度も変わり得る。さらに、運転支援のための情報を提供する検知装置は種々のものがあり、ハードウェア側での処理時間が異なることもある。そのため、複数の検知装置からのセンサデータを運転支援に用いる場合、情報処理装置が受信するセンサデータ毎に遅延時間のばらつきが生じる。その場合、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことが困難になるという問題がある。

【0006】

特許文献1に開示の技術は、通信経路の品質低下を抑制するために、当該通信経路を監視するものである。特許文献1には、遅延時間を算出する記載があるものの、算出された遅延時間は監視対象の中継器を決定するために用いられる。そのため、特許文献1に開示の技術ではこうした問題は解決できない。

20

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、本発明の1つの目的は、異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことが可能な情報処理装置、システム、方法、及びコンピュータプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

本発明の第1の局面に係る情報処理装置は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む。

【0009】

40

本発明の第2の局面に係るシステムは、互いに通信可能に接続された複数の情報処理装置を含み、外部への情報提供処理を複数の情報処理装置にて分散処理するシステムである。複数の情報処理装置は第1の情報処理装置及び第2の情報処理装置を含む。このシステムは、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報

50

を情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む。第1の情報処理装置は、予測解析処理部による処理を実行し、第2の情報処理装置は、リアルタイム解析処理部による処理を実行する。

【0010】

本発明の第3の局面に係るシステムは、受信したセンサデータを解析処理してその解析結果を配信する情報処理装置と、車両に搭載され、情報処理装置から配信される解析結果を受信する通信端末とを含むシステムである。このシステムにおいて、情報処理装置は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を統合する統合部と、統合部によって統合された、予測情報及びリアルタイム情報を通信端末に配信する情報配信部とを含む。通信端末は、情報配信部が配信した統合情報を受信して、受信した統合情報を当該通信端末が搭載される車両の搭乗者に通知する情報通知部を含む。

10

【0011】

本発明の第4の局面に係る方法は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信するステップと、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信するステップにおいて受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定するステップと、判定するステップにおける判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成するステップと、判定するステップにおける判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するステップと、予測情報を生成するステップにおいて生成された予測情報及びリアルタイム情報を生成するステップにおいて生成されたリアルタイム情報を外部に出力するステップとを含む。

20

【0012】

本発明の第5の局面に係るコンピュータプログラムは、コンピュータを、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部、及び、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を上記コンピュータの外部に出力する情報出力部として機能させる。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことが可能な情報処理装置、システム、方法、及びコンピュータプログラムを得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、第1の実施の形態に係る運転支援システムの構成を示す図である。

【図2】図2は、運転支援システムを説明するための図である。

【図3】図3は、運転支援システムを説明するための図である。

【図4】図4は、図1に示すエッジサーバのハードウェア構成を示す制御ブロック図である。

50

【図 5】図 5 は、エッジサーバと通信するコアサーバのハードウェア構成を示す制御ブロック図である。

【図 6】図 6 は、エッジサーバと通信する車載装置及び通信端末のハードウェア構成を示す制御ブロック図である。

【図 7】図 7 は、エッジサーバに対してセンサデータを送信する路側センサのハードウェア構成を示す制御ブロック図である。

【図 8】図 8 は、図 1 に示すエッジサーバの機能的構成を示すブロック図である。

【図 9】図 9 は、図 1 に示すエッジサーバで実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は、図 9 のステップ S 1 1 0 0 の詳細なフローである。

10

【図 11】図 11 は、図 9 のステップ S 1 2 0 0 の詳細なフローである。

【図 12】図 12 は、図 1 に示すエッジサーバで実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【図 13】図 13 は、図 12 のステップ S 2 2 0 0 の詳細なフローである。

【図 14】図 14 は、図 12 のステップ S 2 4 0 0 の詳細なフローである。

【図 15】図 15 は、車載装置で実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【図 16】図 16 は、図 1 に示す運転支援システムの動作を説明するための図である。

【図 17】図 17 は、図 1 に示す運転支援システムの動作を説明するための図である。

【図 18】図 18 は、図 1 に示す運転支援システムの動作を説明するための図である。

20

【図 19】図 19 は、第 2 の実施の形態に係る運転支援システムの構成を示す図である。

【図 20】図 20 は、第 3 の実施の形態に係るエッジサーバが保持するテーブルの一例を示す図である。

【図 21】図 21 は、第 5 の実施の形態に係る運転支援システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

〔本発明の実施形態の説明〕

最初に、本発明の実施の形態の内容を列記して説明する。以下に記載する実施形態の少なくとも一部を任意に組合せてもよい。

【0016】

30

(1) 本発明の第 1 の局面に係る情報処理装置は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む。

【0017】

40

異なる遅延のセンサデータをデータ受信部が受信すると、判定部が、受信した各センサデータの遅延情報に基づいて予測解析処理を実行するか否かを判定する。判定結果が肯定であるセンサデータについては、予測解析処理部によって予測解析処理が行なわれる。この予測解析処理によって、リアルタイム性が高められた予測情報が生成される。一方、判定結果が否定であるセンサデータはリアルタイム解析処理部によってリアルタイムでの解析処理が実行される。この解析処理によってリアルタイム情報が生成される。したがって、受信するセンサデータ毎に遅延時間のばらつきが生じる場合であっても、センサデータのいずれに対してもリアルタイム性の高い情報を生成できる。このような情報を、情報出力部が自装置の外部に出力することによって、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことができる。

50

【0018】

(2) 好ましくは、遅延情報は、通信に関する遅延時間を含み、予測解析処理部は、処理対象のセンサデータの遅延時間に応じた時間だけ先の将来の状態を予測して予測情報を生成する。これにより、よりリアルタイム性の高い予測情報を生成できる。

【0019】

(3) より好ましくは、遅延情報は、通信に関する遅延時間を含み、予測解析処理部は、処理対象のセンサデータ毎に、各センサデータの遅延時間だけ先の将来の状態を予測して予測情報を生成する。これにより、予測解析処理が実行されたセンサデータ毎に、生成される予測情報のリアルタイム性を高めることができる。

【0020】

(4) さらに好ましくは、判定部は、センサデータの遅延時間が所定のしきい値以上か否かに基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。これにより、予測解析処理を実行するか否かの判定を容易かつ正確に行なうことができる。

【0021】

(5) さらに好ましくは、遅延情報は、センサデータが送信される通信回線の種類を識別するための識別情報を含み、判定部は、識別情報に基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。このような構成でも、予測解析処理を実行するか否かの判定を容易に行なうことができる。

【0022】

(6) さらに好ましくは、遅延時間を所定のしきい値と比較することにより、受信部が受信したセンサデータを、遅延時間がしきい値未満である第1のグループ及び遅延時間がしきい値以上である第2のグループに分類する分類部をさらに含み、判定部は、分類部の分類結果に基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定し、リアルタイム解析処理部は、第1のグループに属するセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム情報生成部を含み、予測解析処理部は、第2のグループに属するセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測情報生成部を含み、情報出力部は、予測情報生成部が生成した予測情報にリアルタイム情報生成部が生成したリアルタイム情報を外部に出力する。これにより、受信したセンサデータを、遅延の小さいグループと、遅延の大きいグループに分類できる。このように分類することで、受信したセンサデータに対して、予測解析処理、及びリアルタイム解析処理を容易に行なうことができる。

【0023】

(7) さらに好ましくは、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を統合する統合処理部をさらに含み、情報出力部は、統合処理部によって統合された、予測情報及びリアルタイム情報を外部に出力する。これにより、より高度な安全支援を実現できる。

【0024】

(8) さらに好ましくは、移動体から送信される、当該移動体の移動予定ルートを受信するルート情報受信部をさらに含み、情報出力部は、ルート情報受信部が受信した移動予定ルートに基づいて、当該移動予定ルートを送信した移動体に対して、予測情報とリアルタイム情報とを統合して配信する情報配信部を含む。ルート情報受信部が受信した移動予定ルートに基づいて、移動予定のないエリア、又は移動体が近づくまでに時間を要するエリア等を認識できる。したがって、そのようなエリアから送信されるセンサデータに対して、予測解析処理又はリアルタイム解析処理の実行を停止できる。これにより、処理負荷を低減しながら、安全支援を行なうことができる。

【0025】

(9) さらに好ましくは、複数の検知装置の少なくとも1つは、移動体に搭載された当該移動体の周囲の状況情報をセンサデータとして送信する移動体検知装置であり、受信部は、移動体検知装置から送信されたセンサデータを受信する機能を持つ。これにより、移

10

20

30

40

50

動体から送信されるセンサデータをも安全支援に活用できるので、より一層高度な安全支援を実現できる。

【0026】

(10) さらに好ましくは、情報処理装置は移動体に搭載される。このような構成によっても、異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことができる。

【0027】

(11) 本発明の第2の局面に係るシステムは、互いに通信可能に接続された複数の情報処理装置を含み、外部への情報提供処理を複数の情報処理装置にて分散処理するシステムである。複数の情報処理装置は第1の情報処理装置及び第2の情報処理装置を含む。このシステムは、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を情報処理装置の外部に出力する情報出力部とを含む。第1の情報処理装置は、予測解析処理部による処理を実行し、第2の情報処理装置は、リアルタイム解析処理部による処理を実行する。このように、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうための処理を複数の情報処理装置で分散して実行することもできる。これにより、情報処理装置の処理負荷を分散できる。

【0028】

(12) 本発明の第3の局面に係るシステムは、受信したセンサデータを解析処理してその解析結果を配信する情報処理装置と、車両に搭載され、情報処理装置から配信される解析結果を受信する通信端末とを含むシステムである。このシステムにおいて、情報処理装置は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部と、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部と、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部と、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部と、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を統合する統合部と、統合部によって統合された、予測情報及びリアルタイム情報を通信端末に配信する情報配信部とを含む。通信端末は、情報配信部が配信した統合情報を受信して、受信した統合情報を当該通信端末が搭載される車両の搭乗者に通知する情報通知部を含む。これにより、車両の搭乗者に対して、高度な安全支援を容易に行なうことができる。

【0029】

(13) 本発明の第4の局面に係る方法は、複数の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信するステップと、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信するステップにおいて受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定するステップと、判定するステップにおける判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成するステップと、判定するステップにおける判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するステップと、予測情報を生成するステップにおいて生成された予測情報及びリアルタイム情報を生成するステップにおいて生成されたリアルタイム情報を外部に出力するステップとを含む。

【0030】

(14) 本発明の第5の局面に係るコンピュータプログラムは、コンピュータを、複数

の検知装置からそれぞれ送信されるセンサデータを受信する受信部、センサデータの通信遅延に関する遅延情報に基づいて、受信部が受信したセンサデータの各々に対して、将来の状態を予測する予測解析処理を実行するか否かを判定する判定部、判定部の判定結果が肯定であるセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する予測解析処理部、判定部の判定結果が否定であるセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成するリアルタイム解析処理部、及び、予測解析処理部が生成した予測情報及びリアルタイム解析処理部が生成したリアルタイム情報を上記コンピュータの外部に出力する情報出力部として機能させる。

【0031】

[本発明の実施形態の詳細]

以下の実施の形態では、同一の部品には同一の参照番号を付してある。それらの機能及び名称も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0032】

(第1の実施の形態)

[全体構成]

図1を参照して、本実施の形態に係る運転支援システム50は、運転支援を行なうサーバ装置100と、サーバ装置100から運転支援を受ける車両60aに搭載される通信端末200とを含む。サーバ装置100は、通信端末200に対して運転に役立つ情報(以下「運転支援情報」と呼ぶ)を提供し、それぞれの運転者を支援する。

【0033】

サーバ装置100は、1又は複数の検知装置と通信可能であり、検知装置から送信されるセンサデータを受信する。検知装置は道路及びその周辺の状況等に関する情報(以下「道路情報」と呼ぶことがある。)等を検知してその情報を収集するセンサ機器である。各検知装置は通信機能を有しており、収集した情報をセンサデータとしてサーバ装置100に送信する。

【0034】

図2を参照して、本実施の形態に係るサーバ装置100はエッジサーバである。運転支援システム50は、サーバ装置100として、1又は複数のエッジサーバ100A、100Bを含む。以下では、サーバ装置100をエッジサーバ100と記す。エッジサーバ100A及び100Bを総称する場合も「エッジサーバ100」と記す。なお、運転支援システム50が複数のエッジサーバ100を含む場合、エッジサーバの台数は2台に限定されず、3台以上であってもよい。

【0035】

エッジサーバ100は、コアサーバ300と有線又は無線にて通信する。コアサーバ300も、1又は複数の検知装置と通信可能であり、検知装置から送信されるセンサデータを受信する。検知装置は、エッジサーバ100のサービスエリアに設置された路側インフラ設備としての第1の路側センサ400A、及び第2の路側センサ400B、並びに、当該サービスエリア内を走行する車両60bに搭載された車載装置500を含む。後述するように、車載装置500は通信端末200を含む。

【0036】

第1の路側センサ400Aは汎用デジタルカメラであり、第2の路側センサ400Bは汎用デジタルカメラに比べて内部での処理速度が速い高性能デジタルカメラである。なお、第1の路側センサ400A及び第2の路側センサ400Bを総称する場合は「路側センサ400」と記す。また、車両60a及び車両60b等を代表して「車両60」と記すことがある。

【0037】

車載装置500は、車両60に搭載されている公知のセンサである車載センサを含む。ここでは、車載センサは、車両60に搭載されている種々のセンサのうち運転支援情報の生成に供するものを意味する。車載センサは、例えば、車載カメラ、レーダ(ミリ波レーダ、レーザレーダ)センサを含む。車載センサは、対象を検知して所定の検出信号(アナ

10

20

30

40

50

ログ信号又はデジタルデータ)を出力する。車載装置500は、車載センサが出力した検出信号に基づいてセンサデータを生成し、生成したセンサデータを公知の移動通信回線によりエッジサーバ100又はコアサーバ300に送信する。

【0038】

路側センサ400及び車載装置500は、歩行者30、車両60等の動的情報、及び、信号機、建造物等の静的情報を撮影対象又は検知対象として検知する。

【0039】

図3を参照して、エッジサーバ100は、メトロネットワーク62の分散データセンタ(DC)に設置される。メトロネットワーク62は、例えば都市毎に構築された通信ネットワークである。エッジサーバ100は基地局66とも有線又は無線にて通信する。基地局66は、メトロネットワーク62に含まれる分散DCのいずれかのエッジサーバ100に通信可能に接続される。コアサーバ300は、コアネットワーク64のコアデータセンタ(DC)に設置され、コアネットワーク64及びメトロネットワーク62を介して、各地のメトロネットワーク62に属するエッジサーバ100及び基地局66と通信可能である。

【0040】

後述するように、コアサーバ300が受信したセンサデータは、エッジサーバ100に送信される。エッジサーバ100は、コアサーバ300を介して、又はコアサーバ300を介さずに受信した各センサデータに対して所定の解析処理(例えば、運転支援情報を得るための解析処理)を実行し、解析処理によって生成された動的情報(運転支援情報)を支援対象の車両60aに対して配信する。

【0041】

車載装置500又は路側センサ400からセンサデータをエッジサーバ100に送信し、エッジサーバ100で解析を行なう場合、これら機器の反応速度、使用する回線(5G、LTE等)の通信速度等により、センサデータがエッジサーバ100に遅延して届く。こうした場合、エッジサーバ100がほぼ同じ時刻にセンサデータを受信したとしても、センサによる検出時刻(センサデータが生成された時刻)が異なるセンサデータが混在することになり得る。このような異なる遅延のセンサデータをまとめて解析対象とすることは適切でない。

【0042】

そこで、本実施の形態に係るエッジサーバ100は、遅延が大きいセンサデータについては、遅延が小さいセンサデータとは別に、将来の状態を予測する予測解析処理を実行する。これにより、遅延の大きいセンサデータに対してリアルタイム性を高めている。このように、本運転支援システム50は、異なる遅延のセンサデータを受信した場合でも、リアルタイム性を確保した安全支援を実行する。

【0043】

[ハードウェア構成]

《エッジサーバ100》

図4を参照して、エッジサーバ100は、制御部110、記憶装置120、及び通信部130を含む。制御部110は、実質的にコンピュータであって、CPU(Central Processing Unit)112、GPU(Graphics Processing Unit)114、ROM(Read-Only Memory)116、及び、RAM(Random Access Memory)118を含む。CPU112はエッジサーバ100全体を制御する。GPU114は、画像の演算処理等を実行する。ROM116は不揮発性の記憶装置である。ROM116にはCPU112がエッジサーバ100を制御するためのプログラム及びデータが記憶されている。RAM118は揮発性の記憶装置である。

【0044】

CPU112、GPU114、ROM116、RAM118、記憶装置120、及び通信部130はいずれもバス140に接続されており、相互間のデータ交換はバス140を

介して行なわれる。

【0045】

記憶装置120は不揮発性のメモリであり、例えばハードディスクドライブ（HDD）又はフラッシュメモリ等である。記憶装置120には情報マップ122が記憶されている。情報マップ122は、静的情報である高精細のデジタル地図に対して、時々刻々と変換する動的情報を重畳させたデータの集合体であって、地図の表示情報である。情報マップ122を構成するデジタル情報は、動的情報及び静的情報を含む。

【0046】

動的情報は、例えば1秒以内の遅延時間が要求される動的なデータを指す。動的情報には、例えば、ITS（Intelligent Transport Systems）先読み情報として活用される、移動体（車両及び歩行者等）の位置情報、及び信号情報等が含まれる。静的情報は、例えば1ヶ月以内の時間が許容される静的なデータを指す。静的情報には、例えば、路面情報、車線情報、及び3次元構造物データ等が含まれる。

【0047】

通信部130は、5G対応の通信処理を実行する通信装置であり、メトロネットワーク62を介してコアサーバ300及び基地局66等と通信する。通信部130は、制御部110から与えられた情報を、メトロネットワーク62を介して外部装置に送信するとともに、メトロネットワーク62を介して受信した情報を制御部110に与える。

【0048】

GPU114、ROM116、RAM118、記憶装置120、及び通信部130は、いずれもCPU112の制御のもとに協調して動作し、本実施の形態に係るエッジサーバとしてエッジサーバ100は種々のアプリケーション（コンピュータプログラム）による処理を実現する。それらのアプリケーションは、例えば、異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことが可能な運転支援システムにおけるエッジサーバを実現する。

【0049】

通信部130はまた、車載装置500（図2参照）からアップロードされるセンサデータ、及び道路等に設置された路側センサ400からアップロードされるセンサデータを受信する。通信部130により受信されたセンサデータは、記憶装置120に伝送され、データベースとして記憶される。制御部110は、記憶装置120から適宜データを読み出し、所定の解析処理（例えば、運転支援情報を得るための解析処理）を実行し、その結果を記憶装置120に記憶する。より詳細には、制御部110は、所定の更新周期毎に、自装置のサービスエリア内で車載装置500及び路側センサ400等が計測した各種のセンサデータを収集し、収集したセンサデータに基づいて、記憶装置120に格納された情報マップ122の動的情報を更新する。制御部110はさらに、更新された動的情報を車両60（通信端末200）に対して配信する。

【0050】

《コアサーバ300》

図5を参照して、コアサーバ300は、制御部310、記憶装置320、及び通信部330を含む。制御部310は、エッジサーバ100と同様、CPU312、GPU314、ROM316、及び、RAM318を含む。CPU312はコアサーバ300全体を制御する。GPU314は、画像の演算処理等を実行する。ROM316は不揮発性の記憶装置である。ROM316にはCPU312がコアサーバ300を制御するためのプログラム及びデータが記憶されている。RAM318は揮発性の記憶装置である。

【0051】

CPU312、GPU314、ROM316、RAM318、記憶装置320、及び通信部330はいずれもバス340に接続されており、相互間のデータ交換はバス340を介して行なわれる。

【0052】

制御部310は、ROM316に予め記憶されたプログラムをRAM318に読み出して

実行することにより、各ハードウェアの動作を制御して、コンピュータ装置をエッジサーバ100と通信可能なコアサーバ300として機能させる。

【0053】

記憶装置320は不揮発性のメモリであり、例えばハードディスクドライブ(HDD)又はフラッシュメモリ等である。通信部330は、5G対応の通信処理を実行する通信装置であり、コアネットワーク64を介してエッジサーバ100及び基地局66等と通信する。通信部330は、制御部310から与えられた情報を、コアネットワーク64を介して外部装置に送信するとともに、コアネットワーク64を介して受信した情報を制御部310に与える。

【0054】

コアサーバ300の記憶装置320には、エッジサーバ100と同様、情報マップ322が記憶されている。この情報マップ322のデータ構造は、エッジサーバ100の情報マップ122のデータ構造(動的情報及び静的情報を含むデータ構造)と同様である。なお、情報マップ322は、特定のエッジサーバ100の情報マップと同じサービスエリアのマップであってもよいし、複数のエッジサーバ100が保持する各情報マップを統合した、より広域の情報マップであってもよい。

【0055】

コアサーバ300の制御部310は、エッジサーバ100の制御部110と同様、記憶装置320に格納された情報マップの動的情報を更新する更新処理と、更新された動的情報を配信する配信処理とを行なうことができる。すなわち、制御部310は、エッジサーバ100とは別に、自装置の情報マップ322に基づく動的情報の更新処理及び配信処理を独自に実行可能である。

【0056】

ただし、コアサーバ300は、エッジサーバ100に比べて、路側センサ400、及び車載装置500(通信端末200)等との通信遅延が大きいため、コアサーバ300が情報マップ322の動的情報を独自に更新しても、エッジサーバ100が管理する情報マップ122の動的情報に比べてリアルタイム性に劣る。そのため、本実施の形態では、コアサーバ300は、受信したセンサデータに対して解析処理を実行せずに当該センサデータをエッジサーバ100に転送する。

【0057】

《車載装置500》

図6を参照して、車載装置500は、通信端末200、車載センサ510、GPS(Global Positioning System)受信機520、ディスプレイ530、スピーカ540、入力デバイス550、車速センサ560、及びジャイロセンサ570を含む。通信端末200は、制御部(ECU: Electronic Control Unit)210、記憶部220、及び通信部230を含む。車載センサ510は、車載カメラ512、及びレーダセンサ514を含む。車載センサ510は、車載カメラ512、及びレーダセンサ514に加えて、車速センサ560、及びジャイロセンサ570を含む構成であってもよい。

【0058】

制御部210は、実質的にコンピュータであって、記憶部220に記憶された各種の制御プログラムを実行することにより、車両60の経路探索及び他の電子機器510~570の制御等を行なう。記憶部220は、車載装置500を制御するための制御プログラム及び地図データベース等の各種データを記憶する。地図データベースは、制御部210に道路地図データを提供する。道路地図データは、リンクデータ及びノードデータを含む。

【0059】

通信部230は、LTE回線及び5G回線での通信処理が可能な無線通信機である。通信部230は、基地局66(図3参照)を介して、エッジサーバ100との通信を行なう。この通信部230は、LTE回線及び5G回線のそれぞれで採用されている変調及び多重化を行なうためのIC、所定周波数の電波を放射及び受信するためのアンテナ、並びに

10

20

30

40

50

、R F回路等を含む。

【0060】

G P S受信機520は、定期的にG P S信号を取得して制御部210に提供する。ディスプレイ530、及びスピーカ540は、制御部210が生成した各種情報を車両60の搭乗者であるユーザに通知するための出力装置である。入力デバイス550は、車両60の搭乗者が各種の入力操作を行なうための入力装置である。

【0061】

制御部210は、G P S受信機520が定期的に受信するG P S信号に基づいて自車両の車両位置を求める。制御部210はまた、車速センサ560及びジャイロセンサ570から入力される入力信号に基づいて、車両位置及び方位を補正し、自車両の正確な現在位置及び方位を把握する。制御部210はさらに、記憶部220に記憶された各種の制御プログラムを実行することにより、ディスプレイ530に地図画像を表示させる機能、出発地から目的地までの経路を算出する機能、及び、算出した経路にしたがって車両60を目的地まで誘導する機能等の各種のナビゲーション機能を実行可能である。

【0062】

車載カメラ512は、車両60の前方の映像を取込む画像センサを含む。レーダセンサ514は、ミリ波レーダ、又はL i D A R方式のレーザレーダ等の、車両60の前方又は周囲に存在する物体を検出するセンサを含む。制御部210は、車載カメラ512及びレーダセンサ514による計測データに基づいて、運転中の搭乗者に対する注意喚起をディスプレイ530に表示させたり、強制的なブレーキ介入を行なったりする運転支援制御を実行する。

【0063】

制御部210はまた、車載カメラ512及びレーダセンサ514のうちの少なくとも1つの計測データに基づいて、自車両の前方又は周囲の物体を認識する認識処理と、認識した物体までの距離を算出する測距処理とを実行可能である。さらに制御部210は、測距処理により算出した距離と、自車両の位置とから、認識処理によって認識した物体の位置情報を算出することも可能である。

【0064】

車載カメラ512及びレーダセンサ514による計測データは、自車両での運転支援制御に用いるだけでなく、他車両の運転支援を行なうためにも用いられる。制御部210は、通信部230を制御することにより、これらの計測データに、これらの情報を取得した時刻情報を付加して、センサデータとしてエッジサーバ100に送信する。送信されるセンサデータには、自車両の位置情報、及び認識処理によって認識した物体の位置情報等の情報が付加されていてもよい。

【0065】

車載装置500の通信端末200は、通信部230を介して、エッジサーバ100から自車両宛に送信される運転支援情報（動的情報）を受信する機能を持つ。通信端末200は、受信した動的情報に基づいて、運転中の搭乗者に対する注意喚起をディスプレイ530に出力させたり、強制的なブレーキ介入を行なったりする運転支援制御を実行する。

【0066】

《路側センサ400》

図7を参照して、路側センサ400は、制御部410、記憶部420、路側カメラ430、及び通信部440を含む。制御部410は、車載装置500と同様、路側カメラ430及び通信部440を制御して、路側カメラ430で撮影した映像データ（センサデータ）を、通信部440を介して、エッジサーバ100又はコアサーバ300にアップロードする。記憶部420は、制御部410が実行するコンピュータプログラム及び路側カメラ430が検知したセンサデータ等の各種データを記憶する。記憶部420には、路側センサ400の識別情報であるセンサI Dが記憶される。センサI Dは、例えば路側センサ400の所有者固有のユーザI D又はM A Cアドレス等である。

【0067】

路側カメラ４３０は、所定の撮影エリアの映像を取込む画像センサである。路側カメラ４３０が検知したセンサデータ（画像データ）を記憶する。通信部４４０は、任意の通信機能を有する通信機器である。通信機能は、５Ｇ回線又はＬＴＥ回線であってもよいし、無線ＬＡＮ等であってもよい。無線ＬＡＮの場合は、基地局６６とは別に無線ＬＡＮによる通信サービスを提供する装置（無線ルータ等）が設けられる。路側センサ４００は当該装置を介してインターネットに接続され、インターネットを介してエッジサーバ１００又はコアサーバ３００と通信する。通信部４４０の通信機能は、無線通信以外に、例えば光回線等の有線回線による有線通信であってもよい。路側センサ４００は、路側カメラ４３０とともに、又は路側カメラ４３０に代えて、レーザセンサが搭載される構成であってもよい。

10

【００６８】

〔エッジサーバ１００の機能的構成〕

図８を参照して、エッジサーバ１００の機能について説明する。エッジサーバ１００は、機能部としてのパケット受信部１５０、フィルタ部１５２、データ記憶部１５４、解析処理部１６０、同期処理部１６６、統合処理部１６８、及びパケット送信部１７０を含む。

【００６９】

パケット受信部１５０は、路側センサ４００及び車載装置５００等の検知装置から送信されたセンサデータを含むパケットデータを受信する。パケット受信部１５０は、パケットデータを受信すると、センサデータとそれに付加された時刻情報（タイムスタンプ）と

20

【００７０】

フィルタ部１５２は、センサデータの通信遅延に関する遅延情報を取得して、パケット受信部１５０の出力データ（センサデータ）を遅延情報に基づく所定の条件にしたがって分類する。遅延情報は遅延時間を含む。フィルタ部１５２は、入力されるセンサデータ及び時刻情報のうち、時刻情報を用いて、そのセンサデータが取得されてからエッジサーバ１００により受信されるまでの遅延時間を算出する。フィルタ部１５２はさらに、算出した遅延時間が短い（例えば約１秒未満）場合、受信したセンサデータを第１のグループに分類する。算出した遅延時間が長い（例えば約１秒以上）場合、フィルタ部１５２は、受信したセンサデータを第２のグループに分類する。なお、算出された遅延時間がさらに長い（例えば数秒以上）場合、フィルタ部１５２はセンサデータを廃棄する。フィルタ部１５２の機能は、図４の制御部１１０により実現される。

30

【００７１】

データ記憶部１５４は、フィルタ部１５２によって第１のグループに分類されたセンサデータを記憶する遅延小グループ記憶部１５６と、第２のグループに分類されたセンサデータを記憶する遅延大グループ記憶部１５８とを含む。

【００７２】

解析処理部１６０は、リアルタイム解析処理部１６２と、予測解析処理部１６４とを含む。リアルタイム解析処理部１６２は、遅延小グループ記憶部１５６に記憶されている、遅延が小さいセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行する。リアルタイム解析処理部１６２は、遅延小グループ記憶部１５６からセンサデータを読み出し、それに対して動体検出処理等の解析処理を行なう。リアルタイム解析処理部１６２はさらに、検出された対象を特定する情報（解析結果）を、当該センサデータの取得時刻 t_1 と対応させて、対応する所定の出力バッファ（図示せず。）に記憶する。例えば、センサデータがデジタルカメラにより取得された動画データであれば、連続するフレーム間の差分を計算すること等により対象物を検出できる。

40

【００７３】

予測解析処理部１６４は、遅延大グループ記憶部１５８に記憶されている遅延が大きいセンサデータに対して予測解析処理を実行する。予測解析処理部１６４は、遅延大グルー

50

ブ記憶部158からセンサデータを読み出して予測解析処理を実行し、その解析結果を、当該センサデータの取得時刻 t_1 と対応させて、対応する所定の出力バッファ（図示せず。）に記憶する。例えば、予測解析処理部164は、センサデータをリアルタイム解析処理部162と同様に処理して対象を検出し、検出された対象の、遅延時間に応じた時間（例えば1～2秒）だけ先の将来の状態を予測する。センサデータがデジタルカメラにより取得された動画データであれば、連続するフレーム間の差分を計算すること等により対象物の移動速度、加速度、移動方向等を検出できるので、これらの情報を用いて、遅延時間に応じた時間経過後の位置等を予測できる。リアルタイム解析処理部162、及び予測解析処理部164の各出力バッファには、記憶装置120（図4参照）の一部の領域を使用できる。

10

【0074】

本実施の形態では、遅延時間に応じた上記時間は予め設定されており、この時間は、遅延大グループ記憶部158に記憶された（第2のグループに分類された）各センサデータに対して共通とされる。すなわち、第2のグループに属するセンサデータの遅延時間は実質的に同じとみなして、その遅延時間が、遅延時間に応じた上記時間として予め設定されている。なお、遅延時間に応じた時間は、遅延大グループ記憶部158に記憶されたセンサデータの遅延時間を統計的に処理して算出し、その算出結果を用いてもよい。

【0075】

同期処理部166は、所定のタイミングで、リアルタイム解析処理部162、及び予測解析処理部164のそれぞれに対応する出力バッファからデータ（解析結果及びセンサデータの取得時刻 t_1 ）を読み出し、取得時刻 t_1 に近い解析結果を1つのグループにまとめる。まとめた結果は同期処理部166に出力される。この処理を実行するタイミングを判定する基準は任意である。例えば、出力バッファに記憶された解析処理部160の処理結果が所定容量になったか否かを判定することにより、所定のタイミングになったか否かを判定する。また、記憶装置120への解析処理部160の処理結果の記憶回数が所定回数になったか否かを判定することにより、所定のタイミングになったか否かを判定してもよい。さらに記憶装置120に解析処理部160の処理結果を記憶した時間が所定時間になったか否かを判定することにより、所定のタイミングになったか否かを判定してもよい。

20

【0076】

統合処理部168は、同期処理部166から入力されるデータの各グループを統合して、その結果を統合結果として記憶装置120の所定領域に記憶する。統合結果はパケット送信部170により適宜読出され、通信方式に応じたパケットデータに形成され、運転支援情報（動的情報）として車両60aの通信端末200（車載装置500）に送信される。同期処理部166及び統合処理部168の各機能は、制御部110により実現される。パケット送信部170の機能は、図4の通信部130により実現される。

30

【0077】

〔ソフトウェア構成〕

《エッジサーバ100》

図9を参照して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうために、エッジサーバ100で実行されるコンピュータプログラムの制御構造について説明する。このプログラムは、エッジサーバ100を管理する管理者ユーザの操作に応じて開始する。

40

【0078】

このプログラムは、センサデータを受信したか否かを判定し、センサデータを受信するまで待機するステップS1000と、ステップS1000において、センサデータを受信したと判定された場合に実行され、受信したセンサデータの遅延情報を取得するステップS1100と、ステップS1100の後に実行され、取得した遅延情報に基づいて、受信したセンサデータを分類し、制御をステップS1000に戻すステップS1200とを含む。ステップS1100では、遅延情報として、受信したセンサデータの遅延時間が取得される。

【0079】

50

図10は、図9のステップS1100の詳細なフローである。図10を参照して、このルーチンは、センサデータの受信時刻を取得して受信時刻 t_3 として記憶装置120（図4参照）の所定領域に記憶するステップS1110と、ステップS1110の後に実行され、受信したセンサデータに含まれる時刻情報（取得時刻 t_1 ）と受信時刻 t_3 との差分（ $t_3 - t_1$ ）をとることで当該センサデータの遅延時間を算出し、このルーチンを終了するステップS1120とを含む。

【0080】

図11は、図9のステップS1200の詳細なフローである。図11を参照して、このルーチンは、算出した遅延時間が所定の第1しきい値 T_1 未満か否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS1210と、遅延時間が第1しきい値 T_1 未満である場合に実行され、受信したセンサデータを第1のグループに分類するステップS1220と、ステップS1220の後に実行され、第1のグループに分類されたセンサデータを遅延小グループ記憶部156（図8参照）に記憶するステップS1230と、遅延時間が第1しきい値 T_1 以上の場合に実行され、遅延時間が所定の第2しきい値 T_1 未満か否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS1240と、遅延時間が第2しきい値 T_2 未満である場合に実行され、受信したセンサデータを第2のグループに分類するステップS1250と、ステップS1250の後に実行され、第2のグループに分類されたセンサデータを遅延大グループ記憶部158（図8参照）に記憶するステップS1260と、遅延時間が第2しきい値 T_2 以上の場合に実行され、当該センサデータを廃棄するステップS1270とを含む。ステップS1230、ステップS1260、又はステップS1270の処理が終了すると、このルーチンは終了する。

【0081】

第1しきい値 T_1 は予め設定されていればよく、その値は、例えば1秒程度（例えば1秒）とすることができる。第2しきい値 T_2 も予め設定されていればよく、その値は、例えば数秒程度（例えば2～6秒の範囲内の値）とすることができる。

【0082】

図12を参照して、エッジサーバ100において、図9に示されるプログラムと並行して実行されるコンピュータプログラムの制御構造について説明する。このプログラムは、図9に示されるプログラムが開始されたことに応じて開始する。

【0083】

このプログラムは、遅延小グループ記憶部156又は遅延大グループ記憶部158にセンサデータが記憶されたか否かを判定し、センサデータが記憶されるまで待機するステップS2000と、ステップS2000において、センサデータが遅延小グループ記憶部156に記憶された場合に実行され、所定のタイミングで遅延小グループ記憶部156からセンサデータを読み出して、リアルタイム解析処理部162（図8参照）に inputsするステップS2100と、ステップS2100の後に実行され、入力されたセンサデータに対してリアルタイム解析処理を実行するステップS2200と、ステップS2000において、センサデータが遅延大グループ記憶部158に記憶された場合に実行され、所定のタイミングで遅延大グループ記憶部158からセンサデータを読み出して、予測解析処理部164（図8参照）に inputsするステップS2300と、ステップS2300の後に実行され、入力されたセンサデータに対して予測解析処理を実行するステップS2400とを含む。

【0084】

図13は、図12のステップS2200の詳細なフローである。図13を参照して、このルーチンは、入力されたセンサデータに対して動体検出処理等の所定の解析処理を実行するステップS2210と、ステップS2210の後に実行され、その解析結果に取得時刻 t_1 を対応させたリアルタイム情報を生成して出力バッファに記憶するステップS2220とを含む。ステップS2220の処理が終了すると、このルーチンは終了する。

【0085】

図14は、図12のステップS2400の詳細なフローである。図14を参照して、このルーチンは、入力されたセンサデータに対して動体検出処理等の所定の解析処理を実行

するステップS 2 4 1 0と、ステップS 2 4 1 0の後に実行され、予め設定された、遅延時間に応じた時間（例えば1～2秒）だけ先の将来の状態を予測する処理を実行するステップS 2 4 2 0と、ステップS 2 4 2 0の後に実行され、予測解析処理で得られた結果に取得時刻t 1を対応させた予測情報を生成して出力バッファに記憶するステップS 2 4 3 0とを含む。ステップS 2 4 3 0の処理が終了すると、このルーチンは終了する。

【0086】

再び図12を参照して、このプログラムはさらに、ステップS 2 2 0 0又はステップS 2 4 0 0の後に実行され、所定のタイミングになったか否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS 2 5 0 0を含む。ステップS 2 5 0 0の処理は、同期処理部166による処理に対応する。

10

【0087】

このプログラムはさらに、ステップS 2 5 0 0において、所定のタイミングになったと判定された場合に実行され、ステップS 2 2 0 0及びステップS 2 4 0 0の処理結果に関して、取得時刻t 1が所定値以内のものを1つのグループにまとめて、グループ毎の処理結果を統合するステップS 2 6 0 0と、ステップS 2 6 0 0の後に実行され、統合した情報を運転支援情報（動的情報）として、車載装置500（通信端末200）に送信（配信）するステップS 2 7 0 0とを含む。ステップS 2 7 0 0の後、又はステップS 2 5 0 0において、所定のタイミングではないと判定された場合は、制御はステップS 2 0 0 0に戻る。

【0088】

20

《車載装置500》

図15を参照して、車両60に搭載される車載装置500で実行されるコンピュータプログラムの制御構造について説明する。このプログラムは、ユーザの操作に応じて開始する。

【0089】

このプログラムは、自装置のタイマの時刻をエッジサーバ100のタイマの時刻に同期させる処理（時刻同期）を実行するステップS 3 0 0 0と、ステップS 3 0 0 0の後に実行され、車載カメラ512又はレーダセンサ514の計測データが取込まれたか否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS 3 1 0 0と、ステップS 3 1 0 0において、計測データが取込まれたと判定された場合に実行され、現在時刻を計測データの取得時刻として記憶するステップS 3 2 0 0と、ステップS 3 2 0 0の後に実行され、計測データに取得時刻を付加したセンサデータ、及び送信時刻を含むパケットデータを生成してエッジサーバ100に送信するステップS 3 3 0 0とを含む。

30

【0090】

このプログラムはさらに、ステップS 3 3 0 0の後、又はステップS 3 1 0 0において、計測データが取込まれていないと判定された場合に実行され、通信部230を介してデータを受信したか否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS 3 4 0 0と、ステップS 3 4 0 0において、データを受信したと判定された場合に実行され、受信したデータが運転支援情報（動的情報）を含むか否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS 3 5 0 0と、運転支援情報を含む場合に実行され、受信した運転支援情報を提示するステップS 3 6 0 0と、運転支援情報を含まない場合に実行され、受信したパケットデータに応じて、予め定められた処理を実行するステップS 3 7 0 0と、ステップS 3 6 0 0若しくはステップS 3 7 0 0の後、又は、ステップS 3 4 0 0において、データを受信していないと判定された場合に実行され、終了が指示されているか否かを判定し、判定結果に応じて制御の流れを分岐させるステップS 3 8 0 0とを含む。終了の指示は、例えば車載装置500の電源がオフされることによりなされる。終了が指示されたと判定された場合は、このプログラムは終了する。一方、終了が指示されていないと判定された場合は、制御はステップS 3 1 0 0に戻る。

40

【0091】

[動作]

50

本実施の形態に係る運転支援システム 50 は以下のように動作する。

【0092】

以下において、車載装置 500 からエッジサーバ 100 に送信されるセンサデータを含むパケットデータの構成は、予め定められた形式であり、エッジサーバ 100 により知られている（例えば、エッジサーバ 100 の記憶装置 120 にそのフォーマットが記憶されている）とする。エッジサーバ 100 から車載装置 500 に送信される運転支援情報を含むパケットデータの構成も、予め定められた形式であり、車載装置 500 により知られている（例えば、車載装置 500 の記憶部 220 にそのフォーマットが記憶されている）とする。

【0093】

《エッジサーバ 100》

図 9 を参照して、エッジサーバ 100 の制御部 110 は、パケットデータを受信すると、そのパケットデータに、後述するセンサデータコード c1 が含まれているか否かを判定する。制御部 110 は、センサデータコード c1 が含まれている、すなわち、センサデータを受信したと判定すると（ステップ S1000 において YES）、受信したセンサデータの遅延時間（遅延情報）を取得する処理を実行する（ステップ S1100）。図 10 を参照して、具体的には、制御部 110 は、タイマ（図示せず。）から現在時刻を取得し、センサデータの受信時刻 t3 として記憶装置 120 の所定領域に記憶する（ステップ S1110）。制御部 110 は、受信したセンサデータに含まれる時刻情報を用いて遅延時間を算出する（ステップ S1120）。後述するように、路側センサ 400 及び車載装置 500 から送信される、センサデータを含むパケットには、1 組の {s1, t1, t2, c1} が含まれている。なお、「s1」はセンサデータである。制御部 110 は、記憶装置 120 から受信時刻 t3 を読出し、受信時刻 t3 から、受信したデータに含まれている取得時刻 t1 を減算して遅延時間（ $t3 - t1$ ）を算出する。

【0094】

遅延時間を算出すると、制御部 110 は、算出した遅延時間に基づいて、受信したセンサデータを分類する（図 9 のステップ S1200）。図 11 を参照して、制御部 110 は、まず、算出した遅延時間が第 1 しきい値 T1 未満であるか否かを判定する。遅延時間が第 1 しきい値 T1 未満である場合（ステップ S1210 において YES）、制御部 110 は、当該センサデータを第 1 のグループに分類し（ステップ S1220）、遅延小グループ記憶部 156 に記憶する（ステップ S1230）。遅延時間が第 1 しきい値 T1 以上の場合（ステップ S1210 において NO）、制御部 110 はさらに、当該遅延時間が第 2 しきい値 T2 未満か否かを判定する。遅延時間が第 2 しきい値 T2 未満の場合（ステップ S1240 において YES）、制御部 110 は、当該センサデータを第 2 のグループに分類し（ステップ S1250）、遅延大グループ記憶部 158 に記憶する（ステップ S1260）。遅延時間が第 2 しきい値 T2 以上の場合（ステップ S1240 において NO）、制御部 110 は、当該センサデータを廃棄する。このように、エッジサーバ 100 がセンサデータを受信した場合、受信したセンサデータは、遅延がより大きいセンサデータを除いて、遅延が小さいグループと、遅延が大きいグループとにグループ分けされる。さらに、遅延が大きいグループに属するセンサデータは、遅延時間のバラツキが一定範囲内に抑えられている。

【0095】

図 12 を参照して、遅延が小さいグループのセンサデータは、リアルタイム解析処理部 162 に入力され（ステップ S2100）、リアルタイム解析処理部 162 によってリアルタイムでの解析処理（例えば動体検出等）が実行される（図 13 のステップ S2210）。リアルタイム解析処理部 162 は、その解析結果を取得時刻 t1 と対応させて出力バッファ（記憶装置 120）に記憶する（図 13 のステップ S2220）。

【0096】

一方、遅延が大きいグループのセンサデータは、予測解析処理部 164 に入力され（ステップ S2300）、予測解析処理部 164 によって遅延時間に応じた時間だけ先の将来

10

20

30

40

50

の状態を予測する処理が実行される。予測解析処理ではまず、リアルタイムでの解析処理と同様にして対象が検出される（図14のステップS2410）。その際、検出された対象の移動速度、加速度、移動方向等の情報も検出され、これらの情報を用いて、遅延時間に応じた時間経過後の位置等が予測される（図14のステップS2420）。例えば、遅延時間に応じた時間が1秒の場合、検出された移動速度、加速度、移動方向等の情報を用いることによって、検出された対象が1秒後（すなわち1秒だけ将来）にどの位置に移動しているかを予測（計算）できる。予測解析処理部164は、このようにして得た予測結果を取得時刻 t_1 と対応させて出力バッファ（記憶装置120）に記憶する（図14のステップS2430）。これにより、遅延が大きいセンサデータであっても、遅延が小さいセンサデータと同様の解析結果が得られる。

10

【0097】

続いて、制御部110は、処理結果を統合するタイミングになったか否かを判定する。このタイミングは、上述のように、同期処理部166による処理のタイミングに対応する。なお、制御部110は、運転支援情報を配信すると、その次から記憶されるステップS2200及びステップS2400の処理結果以降をタイミング判定の対象とする。処理結果を統合するタイミングになると（ステップS2500においてYES）、制御部110は、繰返し実行されたステップS2000～ステップS2400の処理結果に関して、取得時刻 t_1 が所定値以内のものを1つのグループにまとめる。そして、グループ毎の処理結果を統合して運転支援情報（動的情報）を生成する（ステップS2600）。制御部110は、生成した運転支援情報を支援対象の車両60aに搭載された車載装置500（通信端末200）に送信（配信）する。

20

【0098】

《車載装置500》

図15を参照して、車載装置500の制御部210は、エッジサーバ100との間で時刻同期を行なう（ステップS3000）。例えば、制御部210は、インターネット上で時刻情報を提供している公知のNTPサーバから現在時刻を取得してタイマ（図示せず。）に設定する。エッジサーバ100の制御部110が同様の方法で自装置のタイマ（図示せず。）の時刻を調整しておけば、車載装置500のタイマとエッジサーバ100のタイマとの時刻を同期させることができる。

【0099】

なお、時刻同期の方法は任意である。例えば、制御部210は、GPS受信機520が受信するGPS信号から現在時刻を取得してタイマに設定してもよい。また、車載装置500が時刻情報を送信する標準電波を受信する機能を有していれば、制御部210は、標準電波により特定される現在時刻をタイマに設定してもよい。また、車載装置500が直接、エッジサーバ100に現在時刻を問合せ時刻同期を行なってもよい。その場合、回線速度に応じた遅延を考慮することが好ましい。

30

【0100】

時刻同期が終了すると、制御部210は、車載カメラ512又はレーダセンサ514の計測データが取込まれたか否かを判定する。計測データが取込まれると（ステップS3100においてYES）、制御部210は、タイマから現在時刻を取得し、センサデータの取得時刻 t_1 として、センサデータとの対応が分かるように記憶部220の所定領域に記憶する（ステップS3200）。

40

【0101】

制御部210は、記憶部220からセンサデータとそれに対応する取得時刻 t_1 とを読み出して、現在の通信回線に応じた形式の packets データを生成する。制御部210はさらにタイマから現在時刻を読み出して送信時刻 t_2 として packets データに組み込み、通信部230を介してエッジサーバ100に送信する（ステップS3300）。

【0102】

上述したように、送信される packets データには、エッジサーバ100との間で予め決められた所定のコードとして1組の {s1, t1, t2, c1} が含まれる。なお、送

50

信するセンサデータのデータ量が大きく、1つのパケットデータで送信できない場合、分割されたセンサデータを含む複数のパケットデータの少なくとも1つ（例えば、最初又は最後に送信されるパケットデータ）に、取得時刻 t_1 及び送信時刻 t_2 を組込んでおけばよい。エッジサーバ100は、受信した複数のパケットデータからセンサデータを生成（再構成）するため、それに対応する取得時刻 t_1 及び送信時刻 t_2 を特定できる。

【0103】

制御部210はさらに、通信部230によりデータを受信したか否かを判定する。データを受信した場合（ステップS3400においてYES）、制御部210は、受信したデータが運転支援情報を含むか否かを判定する。例えば、エッジサーバ100が、運転支援情報を含むパケットデータを送信するときに、所定のコードを付加して送信すれば、制御部210は、そのコードが含まれているか否かを判定することにより、運転支援情報を含むパケットデータを受信したか否かを判定できる。

10

【0104】

運転支援情報を受信すると（ステップS3500においてYES）、制御部210は、受信した運転支援情報を車両60の搭乗者（運転者）に提示する（ステップS3600）。運転支援情報の提示方法は任意である。例えば、運転支援情報は、ディスプレイ530に画像、文字等の形式で表示される。運転支援情報によっては、スピーカ540から音響として提示されてもよい。運転支援情報をそのまま提示できない場合には、所定の処理を実行し、その結果を提示すればよい。

【0105】

受信したデータに運転支援情報が含まれない場合（ステップS3500においてNO）、制御部210は、受信したパケットデータに応じて、予め定められた処理を実行する（ステップS3700）。例えば、受信したデータを所定のアプリケーションプログラムに引き渡す。

20

【0106】

以上のように、車載装置500は、車載センサ510により検知された対象を含むセンサデータが記憶部220に記憶される度に、そのセンサデータ、その取得時刻 t_1 及び送信時刻 t_2 を含むパケットデータを生成してエッジサーバ100に送信できる。

【0107】

なお、路側センサ400についても、車載装置500と同様、センサ（路側カメラ430）により検知された対象を含むセンサデータが記憶部220に記憶される度に、そのセンサデータ、その取得時刻 t_1 及び送信時刻 t_2 を含むパケットデータをエッジサーバ100又はコアサーバ300に送信できる。

30

【0108】

《運転支援システム50》

図16を参照して、ある交差点での運転支援を例にして、運転支援システム50の動作について説明する。

【0109】

この交差点には、汎用デジタルカメラである第1の路側センサ400A、及び高性能デジタルカメラである第2の路側センサ400Bが設置されている。第1の路側センサ400Aは、例えば、障害物70により支援対象の車両60aから死角になる箇所の道路情報を収集する。同様に、第2の路側センサ400Bは、例えば、障害物72により支援対象となる車両60aから死角になる箇所の道路情報を収集する。

40

【0110】

第1の路側センサ400Aは、有線回線（光回線）74を介してコアサーバ300と通信可能に接続されている。一方、第2の路側センサ400Bは、基地局66を介した無線通信によりエッジサーバ100と通信可能に接続される。ここでは、第2の路側センサ400Bは5G回線76によりエッジサーバ100と通信を行なうものとする。第1の路側センサ400Aからのセンサデータは、コアサーバ300を介して、エッジサーバ100に送信されるため、通信遅延が大きい。そのため、第1の路側センサ400Aからは遅れ

50

た情報が提供される。これに対し、第2の路側センサ400Bからのセンサデータは、5G回線76によりエッジサーバ100に直接送信されるため、通信遅延が小さい。そのため、第2の路側センサ400Bからはリアルタイム情報が提供される。なお、上記したように、エッジサーバ100は車載装置500から送信されるセンサデータをも受信して運転支援情報に供することができる。ここでは、車載装置500から送信されるセンサデータをエッジサーバ100が受信していないものとして説明する。

【0111】

今、支援対象の車両60aが道路を交差点に向けて走行しており、その道路に対して交差する道路を、車両60c及び車両60dが交差点に向けて走行しているとする。第1の路側センサ400Aは、車両60cを撮影してその映像データ（センサデータ）をエッジサーバ100に送信し、第2の路側センサ400Bは、車両60dを撮影してその映像データ（センサデータ）をエッジサーバ100に送信する。エッジサーバ100は、これらのセンサデータを受信すると、第2の路側センサ400Bから送信されたセンサデータを遅延小グループ（第1のグループ）に分類し、第1の路側センサ400Aから送信されたセンサデータを遅延大グループ（第2のグループ）に分類する。

10

【0112】

図17を参照して、遅延小グループに分類された、第2の路側センサ400Bからのセンサデータはリアルタイムでの解析処理が実行される。これにより、リアルタイム性の高い運転支援情報が生成される。図18を参照して、遅延大グループに分類された、第1の路側センサ400Aからのセンサデータは予測解析処理が実行される。第1の路側センサ400Aから送信されるセンサデータの遅延時間をN秒とすると、第1の路側センサ400Aが検出（撮影）した車両60cは、N秒後には、センサデータ送信時の位置P1から位置P2に移動している。予測解析処理では、第1の路側センサ400Aから送信されたセンサデータに対して、N秒後の状態、すなわち、位置P2に移動した状態を予測する。これにより、遅延が大きいセンサデータからもリアルタイム性の高い運転支援情報が生成される。

20

【0113】

再び図16を参照して、エッジサーバ100は、第1の路側センサ400Aからのセンサデータを予測解析処理することで得られた解析結果（予測情報）と、第2の路側センサ400Bからのセンサデータをリアルタイム解析処理することで得られた解析結果（リアルタイム情報）とを同期して統合することで運転支援情報を生成し、支援対象の車両60aに対して配信する。これにより、高度な安全支援を行なうことができる。

30

【0114】

〔本実施の形態の効果〕

以上の説明から明らかなように、本実施の形態に係る運転支援システム50及びエッジサーバ100は以下に述べる効果を奏する。

【0115】

エッジサーバ100は、異なる遅延のセンサデータを受信すると、受信した各センサデータの遅延情報（遅延時間）に基づいて予測解析処理を実行するか否かを判定する。判定結果が肯定であるセンサデータについては、予測解析処理部164によって予測解析処理が行なわれる。この予測解析処理によって、リアルタイム性が高められた予測情報が生成される。一方、判定結果が否定であるセンサデータはリアルタイム解析処理部162によってリアルタイムでの解析処理が実行される。この解析処理によってリアルタイム情報が生成される。したがって、受信するセンサデータ毎に遅延時間のばらつきが生じる場合であっても、センサデータのいずれに対してもリアルタイム性の高い情報を生成できる。このような運転支援情報（動的情報）を、支援対象の車両60aに配信することによって、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことができる。

40

【0116】

さらに、予測解析処理を実行しない場合、同じ車両を遅延の大きい検知装置と遅延の小さい検知装置とで検出すると、1台の車両を2台と認識してしまうという不都合が生じる

50

。一方、予測解析処理を実行する本実施の形態に係る運転支援システム50では、そうした不都合が生じるのを抑制できる。したがって、このような場合にも、精度の高い運転支援情報を提供できる。

【0117】

予測解析処理部164は、処理対象のセンサデータの遅延時間に応じた時間だけ先の将来の状態を予測して予測情報を生成する。これにより、よりリアルタイム性の高い予測情報を生成できる。

【0118】

エッジサーバ100の制御部110は、遅延時間が所定のしきい値T1以上か否かに基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。これにより、予測解析処理を実行するか否かの判定を容易かつ正確に行なうことができる。

10

【0119】

エッジサーバ100の制御部110は、遅延時間を所定のしきい値と比較することにより、受信したセンサデータを、遅延時間がしきい値未満である第1のグループ及び遅延時間がしきい値以上である第2のグループに分類する。制御部110はさらに、その分類結果に基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。リアルタイム解析処理部162は、第1のグループに属するセンサデータに対してリアルタイムでの解析処理を実行してリアルタイム情報を生成し、予測解析処理部164は、第2のグループに属するセンサデータに対して予測解析処理を実行して予測情報を生成する。これにより、受信したセンサデータを、遅延の小さいグループと、遅延の大きいグループに容易に分類できる。このように分類することで、受信したセンサデータに対して、予測解析処理、及びリアルタイム解析処理を容易に行なうことができる。

20

【0120】

このように、本実施の形態に係る運転支援システム50及びエッジサーバ100によれば、異なる遅延のセンサデータを活用して、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうことができる。加えて、精度の高い運転支援情報を各車両60の車載装置500に提供できるので、運転中の搭乗者をより一層支援できる。

【0121】

なお、本実施の形態では、車載装置500がセンサデータに付加した送信時刻t2は、エッジサーバ100で使用されない。しかし、センサデータが対象を検知した時刻（感知時刻）からセンサデータがエッジサーバ100によって受信されるまでの遅延時間には複数の要因による遅延時間が含まれるため、遅延要因の評価に利用できる。例えば、遅延時間が増大した場合等において、いずれの要因の影響が大きいのかを特定するために利用できる。

30

【0122】

（第2の実施の形態）

図19を参照して、本実施の形態に係る運転支援システム50Aは、リアルタイム解析処理と予測解析処理とを別々のエッジサーバ100で実行する点において、第1の実施の形態とは異なる。その他の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0123】

運転支援システム50Aは、第1のエッジサーバ100a及び第2のエッジサーバ100bを含む。第1のエッジサーバ100a及び第2のエッジサーバ100bは、支援対象の車両60aに対する運転支援処理を分散して行なう。第1のエッジサーバ100aと第2のエッジサーバ100bとは、メトロネットワークを介して、互いに通信可能に接続されている。

40

【0124】

第1のエッジサーバ100aは、1又は複数の検知装置と通信可能であり、複数の検知装置から送信されるセンサデータを受信する。第1のエッジサーバ100aは、受信したセンサデータの分類処理を実行し、複数の検知装置から送信されるセンサデータを、遅延情報（遅延時間）に基づいて、遅延小グループ（第1のグループ）と遅延大グループ（第

50

2のグループ)とに分類する。第1のエッジサーバ100aはさらに、遅延小グループ(第1のグループ)に分類されたセンサデータに対してリアルタイム解析処理を実行する。

【0125】

第2のエッジサーバ100bは、遅延大グループ(第2のグループ)に分類されたセンサデータに対して予測解析処理を実行し、その結果を第1のエッジサーバ100aに送信する。第1のエッジサーバ100aは、自装置で実行したリアルタイム解析処理の結果と、第2のエッジサーバ100bで実行された予測解析処理の結果とを統合した運転支援情報を生成し、支援対象の車両60a(通信端末200)に配信する。

【0126】

このように、本実施の形態に係る運転支援システム50Aは、リアルタイム性を確保した安全支援を行なうための処理を複数のエッジサーバ100a及び100bで分散して実行する。これにより、エッジサーバの処理負荷を低減しながら、高度な安全支援を行なうことができる。

【0127】

なお、分散して処理するエッジサーバの台数は2台に限定されず、3台以上であってもよい。例えば、遅延情報(遅延時間)に基づくセンサデータを分類処理、上記リアルタイム解析処理、及び上記予測解析処理を、3台のエッジサーバ100で分担する構成であってもよい。上記リアルタイム解析処理、又は上記予測解析処理を実行するサーバ装置はエッジサーバ以外のサーバ装置(例えばコアサーバ)であってもよい。さらに、上記した運転支援(安全支援)を複数のエッジサーバで分担して行なう場合に、これら複数のエッジサーバ全体でサーバ装置(情報処理装置)ということもできる。

【0128】

(第3の実施の形態)

本実施の形態に係るエッジサーバ(運転支援システム)は、センサデータが送信される通信回線の種類に基づいて、複数の検知装置から送信されるセンサデータに対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。その点において、本実施の形態に係るエッジサーバは、第1及び第2の実施の形態とは異なる。その他の点では、各エッジサーバは同一の構成である。

【0129】

センサデータに対して異なる処理のいずれを実行するかを判定する基準は、遅延時間に関する情報であればよく、遅延時間に限定されない。遅延時間の原因となる要因のうち、通常、通信時間による遅延が大きく、回線の種類に応じて遅延時間が異なる。したがって、回線の種類は、概ね遅延時間に対応していると言える。

【0130】

本実施の形態では、こうした点に鑑みて、エッジサーバは、センサデータを送信している相手(車載装置又は路側センサ)との通信回線の種類(光回線、5G回線、LTE回線等)に応じて、各センサデータを分類する。すなわち、エッジサーバは、通信回線の種類に応じて、センサデータに対して異なる処理を実行する。

【0131】

より詳細には、車載装置及び路側センサは、通信回線の種類を識別するための識別情報をセンサデータに付加してエッジサーバ又はコアサーバに送信する。エッジサーバは、センサデータに付加されている識別情報に基づいて、当該センサデータが送信された通信回線の種類を判別する。

【0132】

図20を参照して、エッジサーバの記憶装置には、通信回線の種類(識別情報)と、分類グループ及びおおよその遅延時間とが対応付けられたテーブル180が記憶されている。エッジサーバは、テーブル180を参照して、センサデータを第1のグループ又は第2のグループに分類する。すなわち、識別情報に基づいて、センサデータの各々に対して予測解析処理を実行するか否かを判定する。

【0133】

なお、コアサーバを経由してセンサデータを受信する場合、通信回線の種類に関わらず、遅延が大きくなる可能性がある。そのため、上記判定においては、コアサーバ経由でセンサデータを受信したか否かをも考慮して行なうように構成されていると好ましい。

【0134】

（第4の実施の形態）

本実施の形態に係るエッジサーバは、車両（車載装置）から送信される、当該車両の走行予定ルートを受信し、受信した走行予定ルートに基づいて、当該走行予定ルートを送信した車両に対して運転支援情報を配信する。その点において、本実施の形態に係るエッジサーバは、第1～第3の実施の形態とは異なる。その他の点では、各エッジサーバは同一の構成である。

10

【0135】

エッジサーバは、走行予定ルートを事前に受信することによって、受信した移動予定ルートに基づいて、走行予定のないエリア、又は車両が近づくまでに時間を要するエリア等を認識できる。そのようなエリアは支援対象の車両が走行していないエリアであり、運転支援情報を配信する必要がない。したがって、エッジサーバは、そのようなエリアから送信されるセンサデータに対して、予測解析処理又はリアルタイム解析処理の実行を停止できる。これにより、エッジサーバの処理負荷を低減しながら、安全支援を行なうことができる。

【0136】

（第5の実施の形態）

本実施の形態に係る運転支援システム50Bは、エッジサーバ側での処理を車載装置側で処理する点において、第1～第4の実施の形態とは異なる。

20

【0137】

図21を参照して、運転支援システム50Bは、支援対象の車両60aに搭載される車載装置500Aを含む。車載装置500Aは、エッジサーバによる運転支援機能と同様の機能を持つ。すなわち、車載装置500Aは、複数の検知装置から送信されるセンサデータを受信する受信処理、受信したセンサデータに対して、遅延情報（遅延時間）に基づいて分類する分類処理、分類されたセンサデータに対してリアルタイム解析又は予測解析を行なう解析処理、解析処理の結果を統合する統合処理、及び、統合処理によって生成された運転支援情報を車両60aの搭乗者（運転者）に対して提示する処理等を実行する。

30

【0138】

受信するセンサデータの遅延情報（遅延時間）は、センサデータの取得時刻 t_1 と当該センサデータの受信時刻 t_3 とから算出される。前方を走行する車両において遅延時間を既に算出している場合、車載装置500Aは前方の車両と通信して当該車両から遅延時間を取得するよう構成されていてもよい。すなわち、車間通信によって、前方の車両から遅延時間を予め取得してもよい。さらに、検知装置が、自装置が送信するセンサデータの遅延時間を遅延時間情報として保持している場合、車載装置500Aはその検知装置と事前に通信して当該検知装置から遅延時間情報を取得するよう構成されていてもよい。

【0139】

さらに、車載装置500Aによる運転支援情報の提供と、エッジサーバによる運転支援情報の提供とを、エッジサーバの設置有無に応じて切り替えてもよい。エッジサーバの設置有無の情報は、例えば、コアサーバから取得できる。具体的には、車載装置500Aは、コアサーバと通信し、当該コアサーバに対して現在の位置情報を送信する。コアサーバは、受信した位置情報に基づいて、支援対象の車両60a（車載装置500A）が走行しているエリアに対してサービスを提供するエッジサーバの有無を調べる。コアサーバは、その結果（エッジサーバの有無）を車載装置500Aに送信する。車載装置500Aは、コアサーバから送信される、エッジサーバの有無の情報を受信し、受信した情報に基づいて、運転支援を行なうための上記処理を自装置で実行か否かを切り替える。

40

【0140】

すなわち、走行中のエリアにエッジサーバが設置されていない場合、車載装置500A

50

は、受信したセンサデータを処理して運転支援情報を生成し、運転中の搭乗者に提示する。一方、走行中のエリアにエッジサーバが設置されている場合は、第1の実施の形態と同様、車載装置500Aは、エッジサーバから配信される運転支援情報を受信して、運転中の搭乗者に提示する。これにより、エッジサーバによる運転支援サービスが提供されていないエリアであっても、高度な安全支援を行なうことができる。車載装置500Aのその他の構成は、第1～第4の実施の形態で示した車載装置500と同様である。

【0141】

(第6の実施の形態)

本実施の形態に係る運転支援システムは、処理対象のセンサデータ毎に、各センサデータの遅延時間だけ先の将来の状態を予測して予測情報を生成する点において、予め設定された、遅延時間に応じた時間だけ先の将来の状態を予測する上記実施の形態とは異なる。

10

【0142】

上記実施の形態では、遅延が大きい、第2のグループに属するセンサデータの遅延時間は実質的に同じとみなして、予測解析処理を実行した。これに対して、本実施の形態では、センサデータ毎の遅延時間を用いて予測解析処理を実行する。すなわち、本実施の形態の予測解析処理では、各センサデータに対して、実際の遅延時間だけ先の将来の状態を予測する。これにより、生成される予測情報のリアルタイム性をより高めることができる。

【0143】

なお、この場合、第2しきい値 T_2 を設定せずに、遅延時間が第1しきい値 T_1 以上のセンサデータを第2のグループに分類するようにしてもよい。このように構成すれば、上記実施の形態では廃棄の対象となるセンサデータに対しても予測解析処理を行なうことができる。ただし、遅延が大きすぎるセンサデータは、予測解析処理を行うことによってリアルタイム性を高めても、動的情報として利用するのが困難になることがある。そのため、第2しきい値 T_2 を設定して、遅延が大きすぎるセンサデータを予測解析処理の対象から除外するのが好ましい。

20

【0144】

(変形例)

上記実施の形態では、車載装置に通信端末が含まれる構成について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。運転支援情報を受信する通信端末は、車載装置とは別の装置であってもよい。例えば、通信端末は、搭乗者が車両に持ち込んだ携帯端末であってもよい。搭乗者の携帯端末は、例えば車内LANに接続されることにより、一時的に車載の無線通信機とすることができる。

30

【0145】

上記実施の形態では、支援対象の車両に対して運転支援情報を配信する例について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。例えば、通信端末は、歩行者が携帯する携帯端末であってもよい。この場合、歩行者に対して、安全支援を行なうことができる。

【0146】

上記実施の形態では、遅延時間が第2しきい値 T_2 以上のセンサデータを廃棄する例について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。遅延時間が第2しきい値 T_2 以上のセンサデータは、例えば、非リアルタイム処理に用いるようにしてもよい。より詳細には、例えば、フィルタ部によって、遅延時間が第2しきい値 T_2 以上のセンサデータを第3のグループに分類してバッファに記憶し、このバッファに記憶されたセンサデータに対して、リアルタイム解析処理及び予測解析処理以外の処理（ここでは、非リアルタイム処理）を行なうようにしてもよい。すなわち、受信されたセンサデータを、遅延情報に基づいて、3つ以上の複数の処理部のそれぞれに振り分けて、各処理部にて所定の処理を実行するようにしてもよい。

40

【0147】

上記実施の形態では、受信したセンサデータを、遅延が小さい第1のグループと遅延が大きい第2のグループに分類する例について示したが、本発明はそのような実施の形態に

50

は限定されない。例えば、遅延が大きい第2のグループを、遅延時間に応じて段階的に複数のグループに分類してもよい。すなわち、受信されたセンサデータを、遅延情報に基づいて、3つ以上の複数の処理部のそれぞれに振り分けるようにしてもよい。例えば、第1しきい値 T_1 と第2しきい値 T_2 との間に1又は複数のしきい値 R ($R_1, R_2, \dots, R_n$)をさらに設定し、遅延時間が第1しきい値 T_1 以上しきい値 R_1 未満のセンサデータをA1グループに分類し、遅延時間がしきい値 R_1 以上しきい値 R_2 未満のセンサデータをA2グループに分類し、 $\dots$ 、遅延時間がしきい値 R_n 以上第2しきい値 T_2 未満のセンサデータをA n グループに分類するようにしてもよい。この場合、分類したグループ毎に遅延時間に応じた時間を予め設定し、分類したグループ毎に予測解析処理を実行するようにしてもよい。

10

【0148】

上記実施の形態では、コアサーバ側では受信したセンサデータに対して解析処理を実行しない例について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。受信したセンサデータに対する解析処理をコアサーバで行なうようにしてもよい。

【0149】

上記実施の形態では、予測解析処理において、検出された対象の移動速度、加速度、移動方向等の情報を用いて、遅延時間に応じた時間経過後の位置等を予測する例について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。例えば、走行中の車両が右折又は左折する場合、右折又は左折する前に当該車両が外側に膨らむことがあるため、車両の移動軌跡等を検出することによって、右左折するか否か等を予測するようにしてもよい。さらに、検出装置（例えば路側センサ）で検出された対象が車両の場合、遅延時間に相当する時間経過後に当該車両から送信される位置情報を取得して、取得した位置情報を正解データとして機械学習するようにしてもよい。遅延時間に相当する時間経過後の当該車両の位置が検出装置の検出エリア内である場合、検出装置から送信されるセンサデータ（例えば映像データ等）を用いて遅延時間に応じた将来の状態を機械学習するようにしてもよい。機械学習により学習モデルを構築することによって、受信したセンサデータから遅延時間に応じた将来の状態を容易に予測することが可能となる。

20

【0150】

運転者の視線情報と車両から得られる情報とを組合せた運転行動予測を行なう技術も提案されており、予測解析処理において、こうした技術を用いるようにしてもよい。具体的には、検出装置で検出された車両からこのような運転行動予測情報を取得することにより、取得した運転行動予測情報をも用いて予測解析処理を行なうようにしてもよい。また、上記実施の形態において、エッジサーバは、交通管制センター又は民間気象業務センター等からサービスエリア内の各地の交通情報及び気象情報等を収集するよう構成されていてもよい。この場合、収集した情報をも用いて、予測解析処理を行なうようにしてもよい。交通状況又は気象状況によっては、予測結果が変わってくることも推測されるため、予測解析処理においてはこうした情報をも考慮するのが好ましい。上記した機械学習を行なう際に、これらの情報（運転行動予測情報、交通情報、気象情報等）を考慮して学習するようにしてもよい。

30

【0151】

上記実施の形態又は変形例に示した予測解析処理は、エッジサーバで行なってもよいし、コアサーバで行なってもよい。さらに、エッジサーバ及びコアサーバ以外のコンピュータ装置で予測解析処理等の種々の解析処理を行なってもよい。

40

【0152】

上記実施の形態では、LTE回線及び5G回線での通信処理が可能な車載装置について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない。車載装置は、LTE回線及び5G回線のいずれかの通信処理が可能な装置であってもよい。

【0153】

上記実施の形態では、遅延が小さいセンサデータについてはリアルタイム解析処理部で解析処理を行なう例について示したが、本発明はそのような実施の形態には限定されない

50

。例えば、遅延が小さいセンサデータについても、遅延が大きいセンサデータと同様、予測解析処理部で解析処理を行なうようにしてもよい。この場合、遅延が小さいセンサデータについては、遅延時間をゼロ（０）として解析処理を実行すればよい。

【０１５４】

なお、上記で開示された技術を適宜組合せて得られる実施形態についても、本発明の技術的範囲に含まれる。

【０１５５】

今回開示された実施の形態は単に例示であって、本発明が上記した実施の形態のみに限定されるわけではない。本発明の範囲は、発明の詳細な説明の記載を参酌した上で、特許請求の範囲の各請求項によって示され、そこに記載された文言と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含む。

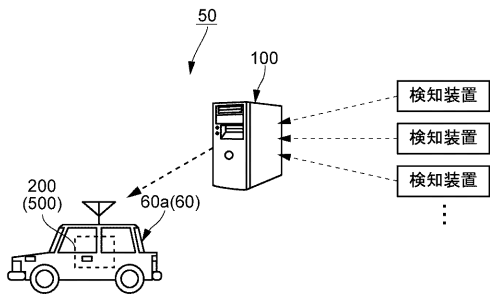
10

【符号の説明】

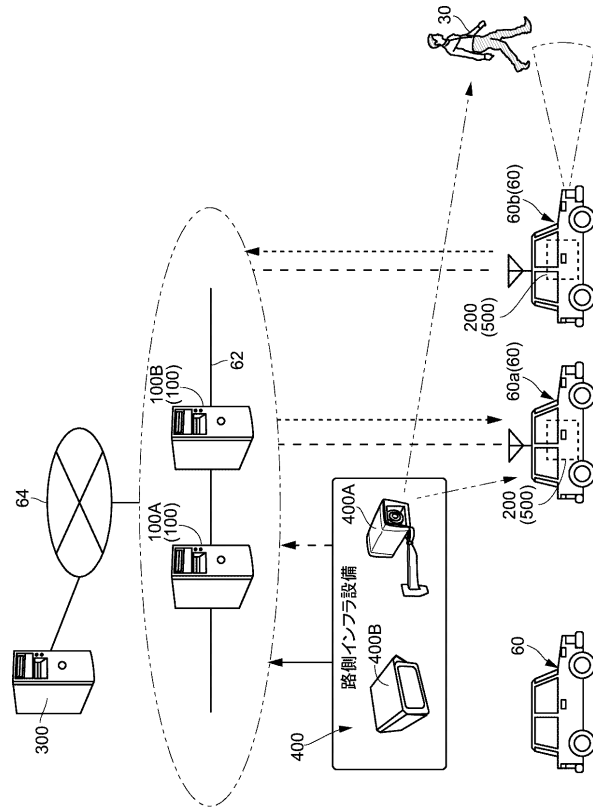
【０１５６】

５０、５０Ａ	運転支援システム	
６０、６０ａ～６０ｄ	車両	
６２	メトロネットワーク	
６４	コアネットワーク	
６６	基地局	
１００、１００ａ、１００ｂ	サーバ装置、エッジサーバ	
１１０、２１０、３１０、４１０	制御部	20
１２０、３２０	記憶装置	
１２２、３２２	情報マップ	
１３０、２３０、４４０	通信部	
１５０	パケット受信部	
１５２	フィルタ部	
１５４	データ記憶部	
１５６	遅延小グループ記憶部	
１５８	遅延大グループ記憶部	
１６０	解析処理部	
１６２	リアルタイム解析処理部	30
１６４	予測解析処理部	
１６６	同期処理部	
１６８	統合処理部	
１７０	パケット送信部	
２００	通信端末	
２２０、４２０	記憶部	
３００	コアサーバ	
３３０	通信部	
４００、４００Ａ、４００Ｂ	路側センサ	
４３０	路側カメラ	40
５００、５００Ａ	車載装置	
５１０	車載センサ	
５１２	車載カメラ	
５１４	レーダセンサ	
５２０	G P S 受信機	

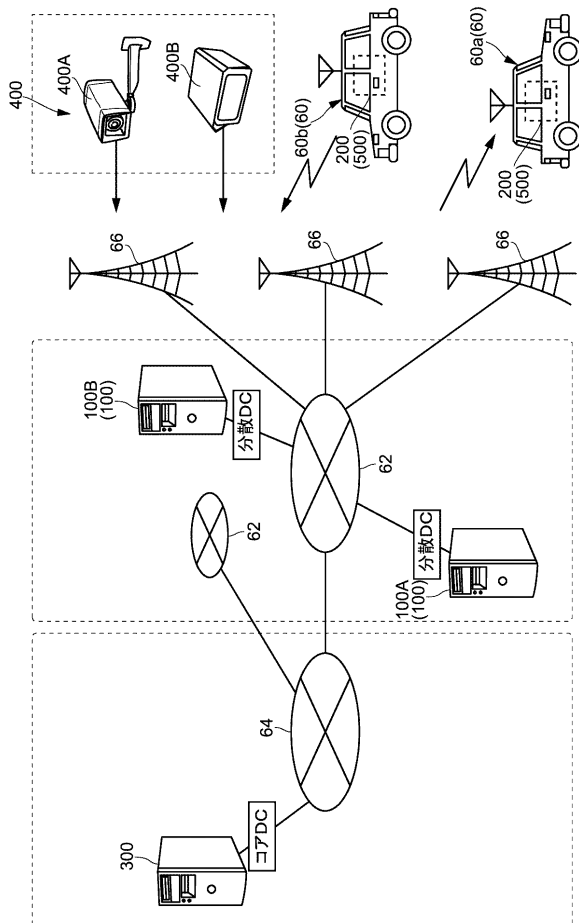
【図 1】



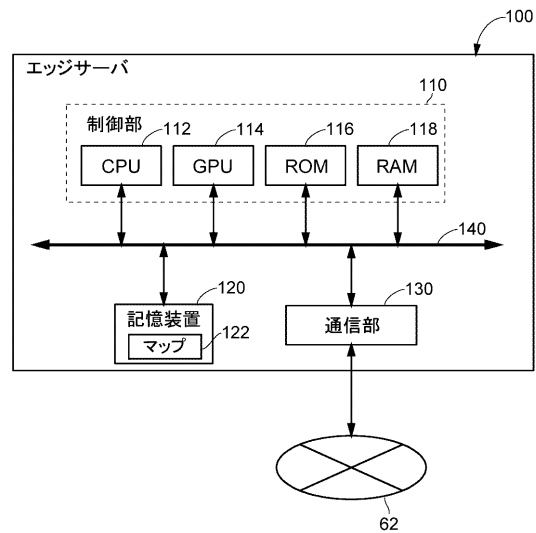
【図 2】



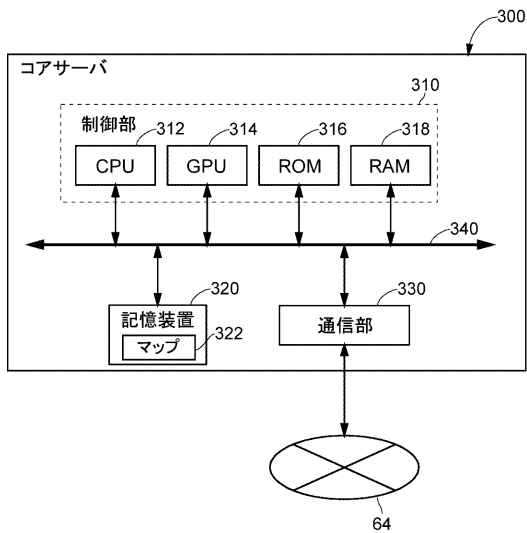
【図 3】



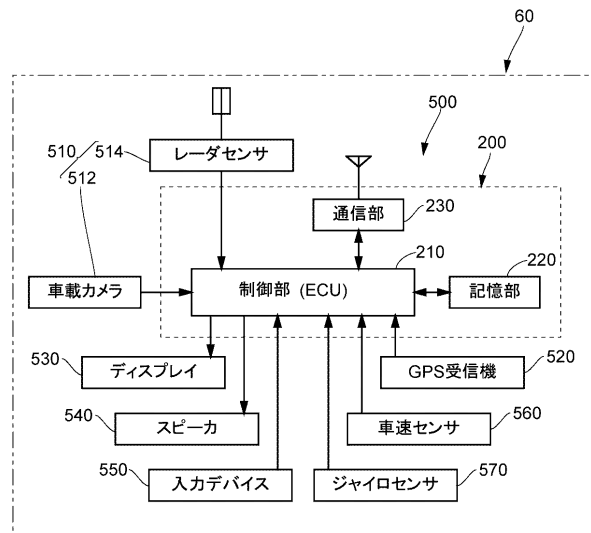
【図 4】



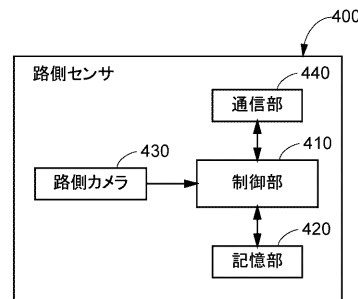
【図 5】



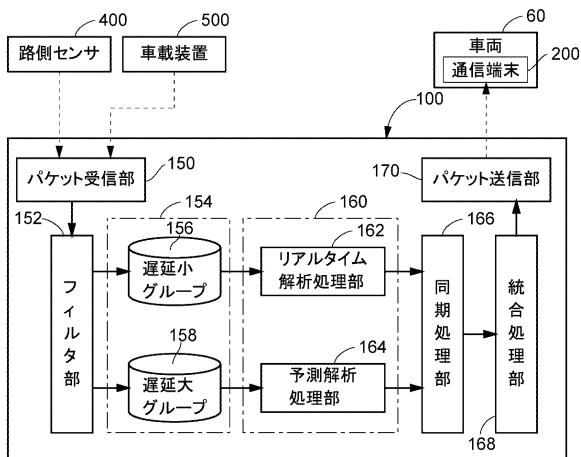
【図 6】



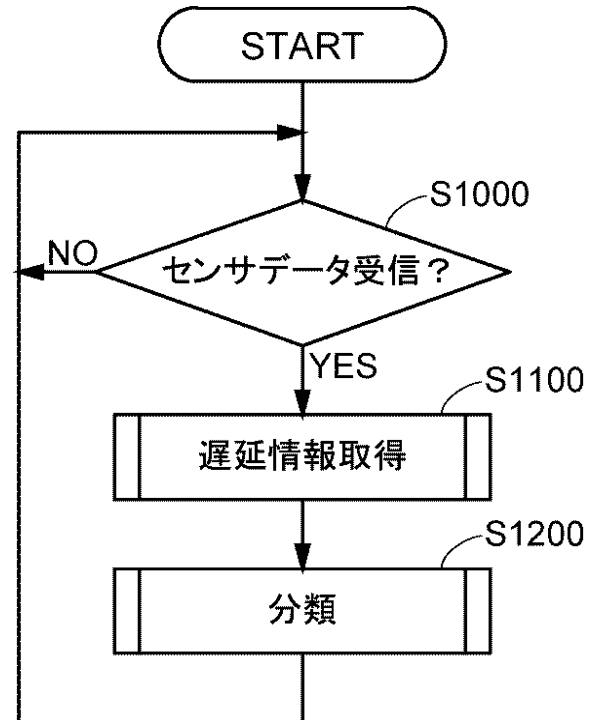
【図 7】



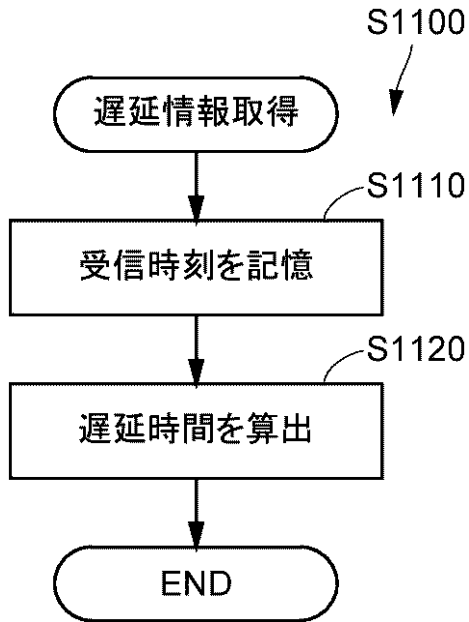
【図 8】



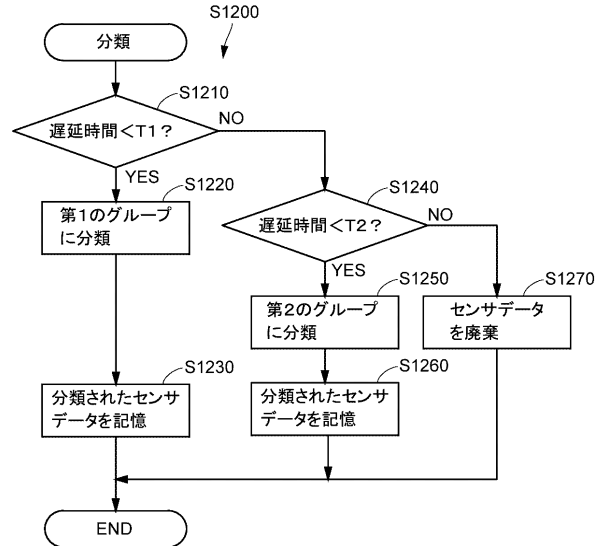
【図 9】



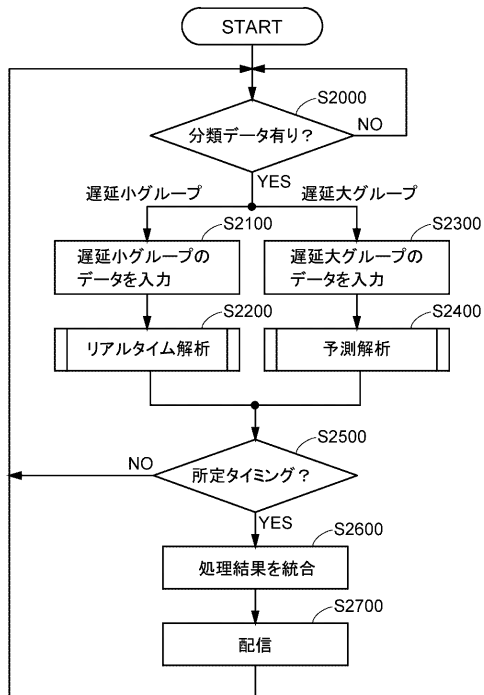
【図 10】



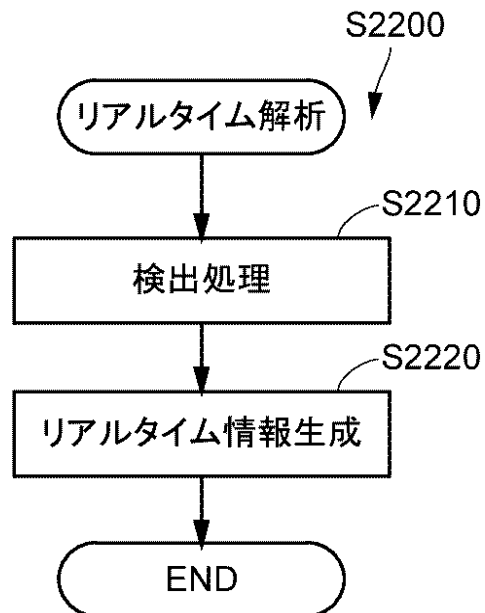
【図 11】



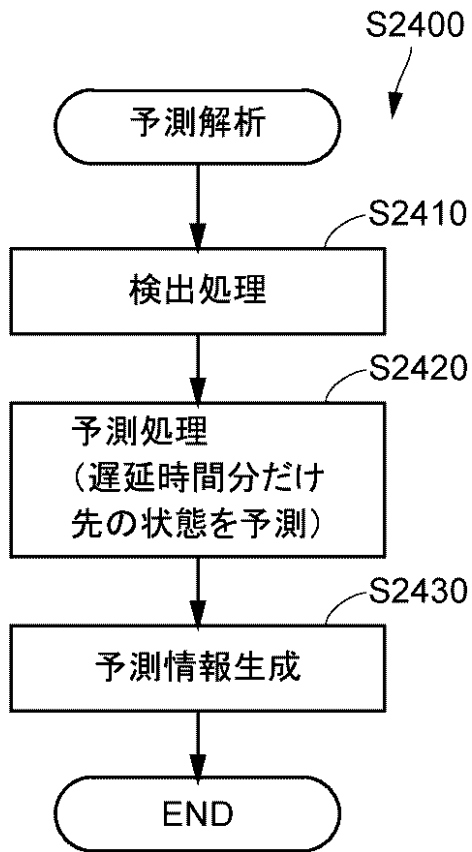
【図 12】



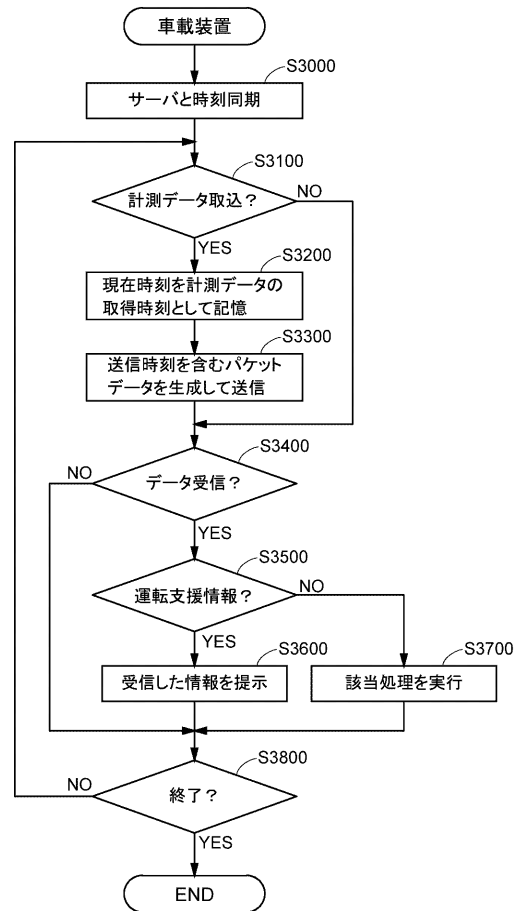
【図 13】



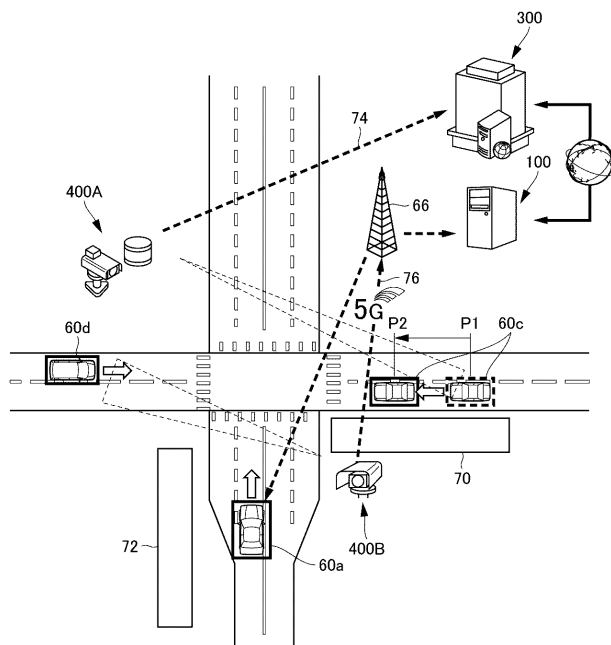
【図 1 4】



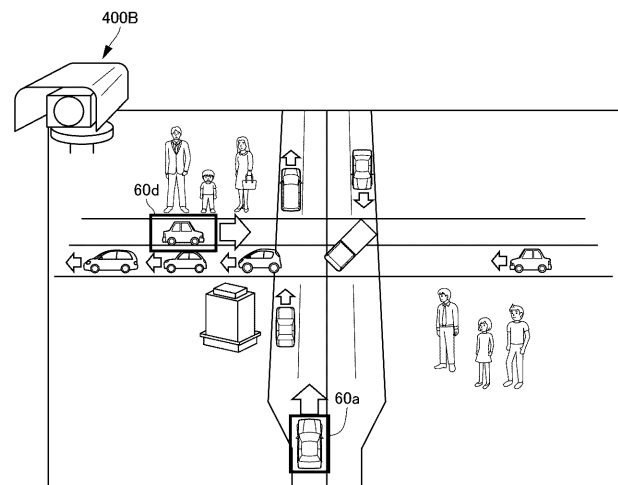
【図 1 5】



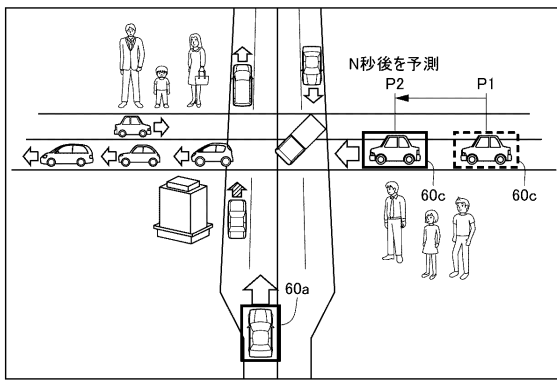
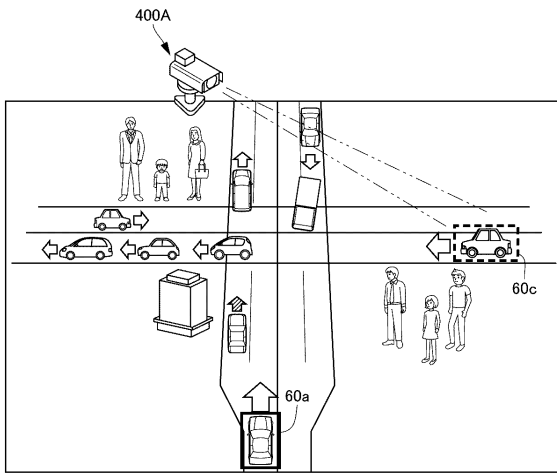
【図 1 6】



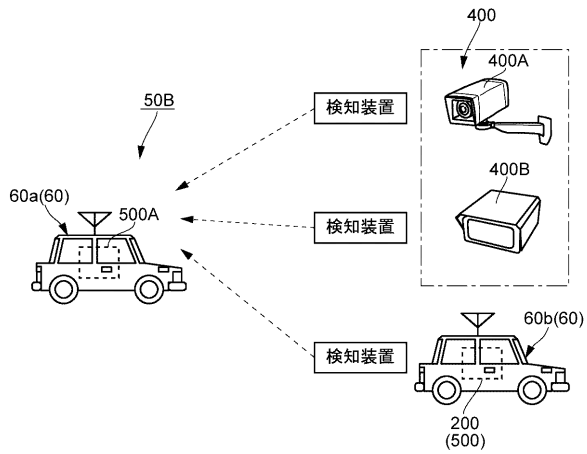
【図 1 7】



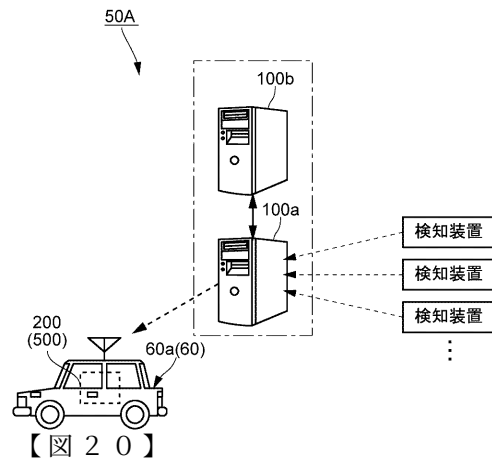
【図 18】



【図 21】



【図 19】



【図 20】

180

	光回線	5G回線	LTE回線
分類	第1のグループ		第2のグループ
遅延時間	1秒未満		1～2秒

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H181 AA01 BB04 BB05 BB06 BB15 BB20 CC03 CC04 CC12 CC14
FF05 FF13 FF32 LL01 LL02 LL07 LL08 LL09 MC12 MC16
MC27