

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7310577号
(P7310577)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類	F I
G 0 1 W 1/10 (2006.01)	G 0 1 W 1/10 D
G 0 6 Q 10/04 (2023.01)	G 0 6 Q 10/04
G 0 1 W 1/02 (2006.01)	G 0 1 W 1/02 A

請求項の数 2 (全15頁)

(21)出願番号	特願2019-221271(P2019-221271)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和1年12月6日(2019.12.6)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2021-92396(P2021-92396A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43)公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)	(74)代理人	110001210
審査請求日	令和3年12月24日(2021.12.24)		弁理士法人Y K I 国際特許事務所
		(72)発明者	西山 将弘
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	塚岸 健司
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	兼子 貴久
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	前田 敏行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 環境予測システム及び環境予測方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の移動体において測定された環境データを、前記移動体の測定位置データおよび前記複数の移動体での測定データと対応づけて収集する収集手段と、
測定された前記環境データを、前記測定データに基づいて補正する補正手段と、
補正された前記環境データ及び前記測定位置データに基づいて、未来の時刻における空間的な環境予測を行う予測手段と、
を備え、

前記環境データは、温度センサによる温度データ、及びレインセンサによる雨滴量データ、を含み、

前記測定データは、前記移動体の移動速度、及び撮影カメラによって撮影した前記移動体の外部の画像により検出した前記移動体の周囲の交通条件を含み、

前記補正手段は、前記温度センサによる温度データを前記移動体の周囲の交通条件に基づいて補正し、前記レインセンサによる雨滴量データを前記移動体の移動速度に基づいて補正し、

前記収集手段は、収集対象エリアに位置する前記複数の移動体のうち、移動速度の比較的速い方の前記移動体において測定された前記環境データを収集する、ことを特徴とする環境予測システム。

【請求項2】

複数の移動体において測定された環境データを、前記移動体の測定位置データおよび前

記複数の移動体での測定データと対応づけて収集する収集ステップと、

測定された前記環境データを、前記測定データに基づいて補正する補正ステップと、

補正された前記環境データ及び前記測定位置データに基づいて、未来の時刻における空間的な環境予測を行う予測ステップと、

を含み、

前記環境データは、温度センサによる温度データ、及びレインセンサによる雨滴量データ、を含み、

前記測定データは、前記移動体の移動速度、及び撮影カメラによって撮影した前記移動体の外部の画像により検出した前記移動体の周囲の交通条件を含み、

前記補正ステップにおいて、前記温度センサによる温度データを前記移動体の周囲の交通条件に基づいて補正し、前記レインセンサによる雨滴量データを前記移動体の移動速度に基づいて補正し、

前記収集ステップにおいて、収集対象エリアに位置する前記複数の移動体のうち、移動速度の比較的速い方の前記移動体において測定された前記環境データを収集する、ことを特徴とする環境予測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、未来の時刻における環境予測を行う環境予測システム及び環境予測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

人が活動するエリアでは、通常、多数の車両が走行している。

【0003】

特許文献1には、車両から、ワイパーの動作情報を取得することで、車両が走行するエリアの降雨情報を収集するシステムについて記載されている。収集した降雨情報は、例えばインターネット等を利用して配信される他、統計、分析などに利用される。

【0004】

特許文献2には、車両周辺の気象観測を行うこと、さらに観測結果に基づいて将来の時間の天気予測を行うことが記載されている。

【0005】

ところで、各国の気象当局、自治体、研究機関などでは、地上に複数の観測点を設けて、風向、風速、気温、降水量などの自動測定を行っている。測定により得られたデータは、気象情報を含む環境情報の把握に利用される他、将来の時刻の天気等を予測するためにも利用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2002-062368号公報

特開2015-158451号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

車両の周囲で取得される環境データは、車両の周囲の状況等の影響を受けると考えられる。この影響を無視した場合には、環境予測に誤差が入り込むことになる。

【0008】

本発明の目的は、精度の高い環境予測を行うことにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明にかかる環境予測システムは、複数の移動体において測定された環境データを、

10

20

30

40

50

前記移動体の測定位置データおよび前記複数の移動体での測定データと対応づけて収集する収集手段と、測定された前記環境データを、前記測定データに基づいて補正する補正手段と、補正された前記環境データ及び前記測定位置データに基づいて、未来の時刻における空間的な環境予測を行う予測手段と、を備え、前記環境データは、温度センサによる温度データ、及びレインセンサによる雨滴量データ、を含み、前記測定データは、前記移動体の移動速度、及び撮影カメラによって撮影した前記移動体の外部の画像により検出した前記移動体の周囲の交通条件を含み、前記補正手段は、前記温度センサによる温度データを前記移動体の周囲の交通条件に基づいて補正し、前記レインセンサによる雨滴量データを前記移動体の移動速度に基づいて補正し、前記収集手段は、収集対象エリアに位置する前記複数の移動体のうち、移動速度の比較的速い方の前記移動体において測定された前記環境データを収集する。

10

【0016】

本発明にかかる環境予測方法は、複数の移動体において測定された環境データを、前記移動体の測定位置データおよび前記複数の移動体での測定データと対応づけて収集する収集ステップと、測定された前記環境データを、前記測定データに基づいて補正する補正ステップと、補正された前記環境データ及び前記測定位置データに基づいて、未来の時刻における空間的な環境予測を行う予測ステップと、を含み、前記環境データは、温度センサによる温度データ、及びレインセンサによる雨滴量データ、を含み、前記測定データは、前記移動体の移動速度、及び撮影カメラによって撮影した前記移動体の外部の画像により検出した前記移動体の周囲の交通条件を含み、前記補正ステップにおいて、前記温度センサによる温度データを前記移動体の周囲の交通条件に基づいて補正し、前記レインセンサによる雨滴量データを前記移動体の移動速度に基づいて補正し、前記収集ステップにおいて、収集対象エリアに位置する前記複数の移動体のうち、移動速度の比較的速い方の前記移動体において測定された前記環境データを収集する。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、移動体が取得する環境データを環境予測に利用することが可能となり、環境予測の精度向上が図られる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施形態にかかる環境予測システムの概略構成を示す模式図である。

【図2】車両に搭載されたセンサ等を説明する図である。

【図3】予測センタの機能構成を説明する図である。

【図4】データ収集について説明する模式図である。

【図5】ナビゲーションシステムに天気予測を表示する例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に、図面を参照しながら、実施形態について説明する。説明においては、理解を容易にするため、具体的な態様について示すが、これらは実施形態を例示するものであり、他にも様々な実施形態をとることが可能である。

40

【0020】

図1は、実施形態にかかる環境予測システム10の概略構成を示す図である。環境予測システム10は、天気予測（第三者へ周知する場合に天気予報と呼ばれることもある）、大気汚染物質の分布予測など、数分～10日程度の未来における空間的な環境予測を行うシステムである。空間的な環境予測とは、1地点あるいは1つの空間平均の環境を予測するのではなく、空間1次元（例えば緯度線に沿って）、空間2次元（例えば地表に沿ったある1面）または空間3次元（例えば鉛直レベルが異なる2以上の水平面）のように空間的拡がりをもつ環境予測をすることをいう。環境予測システム10には、車両12、14と、予測センタ50と、スマートフォン100が含まれる。

【0021】

50

図 1 には、2 台の車両 1 2、1 4 のみを図示したが、人が活動するエリアでは、通常は、多数の車両が走行する状態にある。図 1 では、車両 1 2 は晴天のエリアを走行しており、車両 1 4 は雨天のエリアを走行している。後述するように、車両 1 2、1 4 は、複数のセンサを搭載しており、センサによって環境データを取得して予測センタ 5 0 に送信する。ここで、環境データとは、車両の周囲の環境を示すデータをいう。環境データには、晴、曇、雨、雪などの天気の状態を表すデータ、風速、風向、温度、湿度など大気の状態を表すデータ、日射量、照度などの太陽の状態に基づくデータが含まれる。また、環境データには、雲量、降水量、積雪量など雨雪などに関連したデータ、有害な化学物質濃度など空気中に浮遊または含有される大気汚染物質のデータも含まれる。車両 1 2、1 4 は、予測センタ 5 0 から、環境予測の結果について、配信を受けることができる。

10

【 0 0 2 2 】

なお、車両 1 2、1 4 に代えて、または車両 1 2、1 4 とともに、航空機、船舶、ドローンなど他の種類の移動体を用いることも可能である。ここで、移動体とは、移動機構を備えた装置をいうものとする。例えば、車両 1 2、1 4 は、車輪と駆動エンジンまたは駆動モータとからなる移動機構を備えた移動体であり、航空機は、ジェットエンジンと翼などからなる移動機構を備えた移動体である。

【 0 0 2 3 】

予測センタ 5 0 は、環境予測を行う企業あるいは公的機関等に設置されている。予測センタ 5 0 には、収集サーバ 6 0、予測サーバ 8 0 及び配信サーバ 9 0 が含まれている。後述するように、予測センタ 5 0 は、車両 1 2、1 4 等から環境データ等を収集し、環境予測を行い、環境予測結果を配信する。

20

【 0 0 2 4 】

スマートフォン 1 0 0 は、一般的なユーザが使用する携帯型の通信端末である。スマートフォン 1 0 0 では、アプリケーションプログラムをインストールすることで、予測センタ 5 0 から環境予測の配信を受けることができる。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、図 1 に図示した車両 1 2 について詳しく説明する図である。車両 1 2 は、GPS 2 0、時計 2 2、タッチパネル 2 4、外気温度センサ 2 6、湿度センサ 2 8、日射センサ 3 0、車外撮影カメラ 3 2、レインセンサ 3 4、ガラス温度センサ 3 6、スモッグベンチレーションセンサ 3 8、スモークセンサ 4 0 及び PM 2 . 5 センサ 4 2 を備えている。

30

【 0 0 2 6 】

このうち、GPS 2 0 は、Global Positioning System の略称であり、人工衛星を用いて車両 1 2 の位置を検出するセンサである。GPS 2 0 による検出結果は、車両 1 2 において測定される環境データが、どの位置で測定されたものかを特定する測定位置データとして用いられる。これにより、環境データを位置の関数として扱うことが可能となり、空間的な環境予測において利用できるようになる。また、走行中の車両 1 2 の位置を継続的に測定することで、車両 1 2 の走行方向（これは車両 1 2 が向いている角度である）、走行速度、走行斜度などの情報を取得することができる。例えば、車両の走行方向は、各種センサの測定結果を補正することにも利用される。さらに、GPS 2 0 は、車両 1 2 が、環境データを収集する対象エリアに存在するか否かを確認するためにも利用することができる。

40

【 0 0 2 7 】

時計 2 2 は、年月日時を表示する装置である。時計 2 2 の出力は、車両 1 2 において検出される環境データが、どの時刻に検出されたものかを特定する測定時刻データとして利用される。

【 0 0 2 8 】

タッチパネル 2 4 は、車両 1 2 の運転者等が入力操作を行うことができるディスプレイである。タッチパネル 2 4 では、カーナビゲーションシステムを呼び出して、目的地までの経路の案内表示をさせることができる。また、タッチパネル 2 4 には、予測センタ 5 0 から配信される環境予測結果の表示を行うこともできる。

50

【 0 0 2 9 】

外気温度センサ 2 6 は、車両 1 2 の周辺の気温を測定するセンサである。すなわち、外気温度センサ 2 6 は、環境データの種類である外気の温度データを取得する。外気温度センサ 2 6 としては、サーミスタなどを用いることができる。外気温度センサ 2 6 は、例えば、車両 1 2 の前部に設けられたフロントグリル付近に設置される。

【 0 0 3 0 】

フロントグリル付近は、車両 1 2 が発する熱の影響を受けにくい位置である。特に、車両 1 2 が、周囲に別の車両がない状態で、ある程度以上の速度で走行した場合には、自車及び他車の影響を受けていない外気の温度を検出することになる。他方、例えば、渋滞時には、自車及び他車の発熱の影響を受けた温度を検出することになる。このように、外気の温度データは、交通条件の影響を受ける。外気の温度データに影響を与える交通条件の例としては、車両 1 2 が舗装道路を走行しているか否か、車両 1 2 が都市部を走行しているか否か、車両 1 2 がどの程度の速度で走行しているか停車しているか、車両 1 2 の周囲に別の車両があるか否かなどを挙げることができる。なお、以下に示す他のセンサの検出結果も、交通条件の影響を受ける場合がある。交通条件は、例えば、GPS 2 0 のデータに基づいて、また、適宜地図データなどに対応づけることで、把握可能である。

10

【 0 0 3 1 】

湿度センサ 2 8 は、車両 1 2 の周囲の湿度を測定するセンサである。すなわち、湿度センサ 2 8 は、環境データの種類である湿度データを取得する。湿度センサ 2 8 としては、例えば、ウインドシールドガラス近傍に感湿皮膜を挟んだ 2 つの電極を設け、電極間の静電容量変化を測定することにより湿度を検出するセンサを挙げることができる。

20

【 0 0 3 2 】

日射センサ 3 0 は、日射量を測定するセンサである。すなわち日射センサ 3 0 は、環境データの種類である日射量データを取得する。日射センサ 3 0 としては、例えば、フォトダイオードに流れる電流変化を測定するセンサを挙げることができる。上述した GPS 2 0 による車両 1 2 の角度、及び、時計 2 2 が示す年月日時の情報に基づく太陽位置を考慮することで、電流変化から日射量データが得られる。

【 0 0 3 3 】

車外撮影カメラ 3 2 は、可視光波長帯で撮影を行い、車両の外部の画像を得るセンサである。撮影する画像は、静止画でもよいが、動画とすることで情報量を増やすことができる。車外撮影カメラ 3 2 で撮影した画像には、一般的に、環境データが含まれる。画像に含まれる環境データとしては、降水量、風速、風向、路面状況（乾燥、凍結など）、積雪量、天気（晴、曇、雨、雪など）、雨雲の状態（どの位置にどの程度存在するかなど）を挙げることができる。画像を解析することで、これらの環境データを取得することができる。また、画像の解析によって、自身、土砂崩れなどの自然災害の影響にかかる環境データを取得することも可能である。なお、車外撮影カメラ 3 2 として、可視光波長帯のカメラに代えて、赤外波長帯、紫外波長帯のカメラなどを用いることも可能である。例えば、赤外波長帯を用いた場合には、撮影した画像から周囲の温度データを取得することも可能となる。

30

【 0 0 3 4 】

なお、車外撮影カメラ 3 2 は、車両 1 2 の周囲の交通条件の把握にも用いられる。例えば、車両 1 2 の周囲に多くの他車両が存在する場合には、車両 1 2 が取得する外気の温度データなどが、車両の影響で若干高温化する可能性がある。車外撮影カメラ 3 2 の撮影画像を解析することで、温度データを環境予測に使用するか否かの判定、あるいは、環境予測に使用する場合の補正の度合いの決定などを行うことが可能となる。

40

【 0 0 3 5 】

レインセンサ 3 4 は、雨滴量（そして降水量）を検出するセンサである。すなわち、レインセンサ 3 4 は、環境データの種類である雨滴量データあるいは降水量データを取得する。レインセンサ 3 4 は、例えば、ウインドシールドガラスに赤外光を照射する LED（Light Emitting Diode）と、その反射光を受光するフォトダイオードを車内に設けるこ

50

とで形成することができる。ウインドシールドガラスに雨滴が付着した場合、LEDから照射された赤外光の一部が雨滴を通して車外に透過するため、フォトダイオードの受光量が減少する。そこで、この減少量に基づいて雨滴量を検出することができる。レインセンサ34に、周囲の明るさ（照度）を検知するライトセンサを組み込むことで、周囲照度の変化に応じた雨滴量の補正を行うことができる。雨滴量は、降水量と関連しており、適宜車速などを考慮することで、雨滴量データから降水量データを取得することもできる。

【0036】

ガラス温度センサ36は、ウインドシールドガラスに内蔵されたサーミスタによって、ウインドシールドガラスの表面温度を検出するセンサである。ウインドシールドガラスの温度は、外気温度、日射量、走行速度、車室内温度などによって変化する。したがって、ガラス温度センサ36は、環境データの種類である外気温度、日射量などのデータを含んでおり、走行速度、車室内温度などを考慮した補正処理を行うことで、外気温度、日射量などの環境データを取得することが可能となる。

10

【0037】

スモッグベンチレーションセンサ38は、外気に含まれる炭化水素（HC：HydroCarbon）、一酸化炭素（CO：Carbon monOxide）、窒素酸化物（NO_x：Nitrogen Oxides）などの有害な化学物質を検出するセンサである。すなわち、スモッグベンチレーションセンサ38は、環境データの種類である大気汚染物質データを取得する。

【0038】

スモークセンサ40は、煙を検出するセンサである。煙は、車内において発生することもあるが、車外において発生することもある。車外で発生した煙を検出することで、環境データである外気中の煙データを取得することが可能となる。

20

【0039】

PM_{2.5}センサ42は、微小粒子状物質センサの種類であり、大気中のPM_{2.5}、すなわち大気中に浮遊する微粒子のうち、粒子径が概ね2.5 μm以下のものを検出するセンサである。すなわち、PM_{2.5}センサ42によって、環境データの種類であるPM_{2.5}データを取得することができる。なお、PM_{2.5}センサ42に代えて、例えば、PM₁₀センサなど、検出する粒子径が異なる微小粒子状物質センサを使用することも可能である。近年、微小粒子状物質は、健康へ悪影響を与える大気汚染物質であると認識されている。

30

【0040】

以上に示した各センサ類は、車両12において、通常の走行をするため、あるいは快適な走行をするために設けられたものである。したがって、環境データを測定するために、特段、新たなセンサ類を搭載する必要はない。しかし、車両12に、環境データを測定するために、新たなセンサを搭載することも可能である。一例としては、スギ花粉、ヒノキ花粉などの花粉を検出する花粉センサを挙げることができる。スギ花粉、ヒノキ花粉等の花粉は、多数の花粉アレルギー患者を生み出しており、大気汚染物質ということが出来る。

【0041】

車両12では、これらのセンサが取得する環境データを記憶する。記憶にあたっては、測定が行われた位置を示す測定位置データと、測定が行われた時刻を示す測定時刻データとの対応づけが行われる。そして、車両12から自動的に、あるいは、予測センタ50からの要求に応じて、記憶した環境データ、測定位置データ及び測定時刻データを予測センタ50に送信する。送信には、例えば、Wi-Fi（登録商標）などの無線通信を用いることができる。

40

【0042】

図3は、予測センタ50の機能の詳細を説明するブロック図である。予測センタ50には、収集サーバ60、予測サーバ80、配信サーバ90を含んでいる。収集サーバ60、予測サーバ80、配信サーバ90は、メモリ、プロセッサなどを備えたコンピュータハードウェアを、OS（Operating System）、アプリケーションプログラムなどのソフトウェアによって制御することで構築された装置である。

50

【 0 0 4 3 】

収集サーバ 6 0 は、収集手段の一例であり、アプリケーションプログラムの制御の下で、収集条件設定部 6 2、データ受信部 6 4、画像解析部 6 6、データ補正部 6 8、及びデータ記憶部 7 0 が構築されている。

【 0 0 4 4 】

収集条件設定部 6 2 は、環境データを収集する対象について条件を設定するためのものである。収集条件の設定は、管理者によって行われてもよいし、プログラムに基づいて自動的行われてもよい。収集条件の例としては、収集対象のエリアの設定、エリアにおいて収集対象となる車両 1 2、1 4 についての設定（台数、車種、走行速度など）、収集する環境データの種類、測定時刻などの設定を挙げることができる。上述の交通条件を収集条件に設定することも可能である。

10

【 0 0 4 5 】

データ受信部 6 4 は、収集条件設定部 6 2 が設定した収集条件に従って、車両 1 2、1 4 等から環境データと、対応する測定位置データ及び測定時刻データを取得する。また、必要に応じて、測定時の走行速度データなどを取得することもできる。なお、多数の環境データを取得した後に、収集条件に従って、収集対象となる環境データを選択してもよい。

【 0 0 4 6 】

画像解析部 6 6 は、収集した環境データの中に、車外撮影カメラ 3 2 の画像が含まれる場合に、画像解析を行う。画像解析は、例えば、学習アルゴリズムなどに基づいて行われる。画像解析により、車両 1 2、1 4 の周囲における降水量、風速、風向、路面状況、積雪量、天気、雨雲の状態などを把握することができる。また、車両 1 2、1 4 の周囲の交通条件も把握される。

20

【 0 0 4 7 】

データ補正部 6 8 は、補正手段の一例であり、収集した環境データに、環境予想に使うための補正を行う。補正は様々に行うことができる。データ補正部 6 8 では、収集したデータを、測定位置データに基づいて補正することが可能である。測定位置データに基づく補正とは、例えば、測定位置データが示す海拔高度に応じた補正、測定位置データが示すエリアの交通量に基づく補正、測定データが示す車両 1 2、1 4 の移動速度に応じた補正などが含まれる。海拔高度に応じた補正とは、海拔高度に応じて温度、気圧などの値が変わることを考慮して環境データの値を修正することをいう。交通量に基づく補正とは、都市部と郊外、あるいは、渋滞時と非渋滞時によって、周囲の車両等の影響が異なるため、その影響を補正することをいう。例えば、外気温度センサ 2 6 が測定する温度は、周囲に存在する車両が多いほど高温化する傾向にあるため、周囲に車両がいない状態で測定される温度に補正することが考えられる。

30

【 0 0 4 8 】

また、移動速度に応じた補正とは、車両 1 2、1 4 のセンサが速度に依存した値を出力する場合にその補正を行うこと、あるいは、車両 1 2、1 4 のセンサに与える周囲の車両等の影響が速度によって変わる場合にその補正を行うことなどをいう。例えば、レインセンサ 3 4 は、車両 1 2、1 4 が高速で走行する場合には、認識することになる雨粒の数が増える一方で、雨粒の蒸発量も増えることになる。そこで、車両 1 2、1 4 の速度に応じた補正を行うことが有効となる。このような補正は、個々の車両 1 2、1 4 において行うこともできるが、データ補正部 6 8 が、同じ基準で行うことで、観測データの品質が高まり、環境予測の精度向上を図ることが可能となる。なお、データ補正部 6 8 では、測定位置によらない補正を行うことも可能である。例えば、日射センサ 3 0 が取得する日射量データに対し、車両 1 2、1 4 の角度、及び太陽位置に基づいて、値を調整する処理が挙げられる。

40

【 0 0 4 9 】

データ記憶部 7 0 は、データ補正部 6 8 が補正した環境データを、測定位置データ及び測定時刻データと対応付けて記憶する。

【 0 0 5 0 】

50

予測サーバ 80 は、予測手段の一例であり、空間的な環境予測を行う。予測サーバ 80 には、環境予測を行うために、気象予測数値モデル 82、輸送予測数値モデル 84、AI 型予測数値モデル 86 が設けられている。また、予測サーバ 80 では、気象当局などのデータ保有機関 110 から、気象観測データ 112 及び気象予測データ 114 をネットワーク経由で取得できるように設定されている。一般に、環境予測の精度を高めるためには、多数のデータが必要であり、データ記憶部 70 に記憶された環境データのみならず、気象観測データ 112 または気象予測データ 114 を利用した環境予測が行われる。

【0051】

気象予測数値モデル 82 は、大気力学等の微分方程式系を離散化するとともに、解像度以下の気象現象をパラメータ化して作成された数値モデルである。例えば、非静力学系の方程式系では、3次元の風速、温度、密度、水蒸気量などの時間変化が記述され、雲量、降水量、放射などがパラメータとして組み込まれる。気象予測数値モデル 82 としては、地球全体の気象予測を行うグローバルモデルと、地球上の一部の地域の気象予測を行う領域モデルとが用意される。ここで気象予測とは、環境予測の一形態であり、天気、気温、風向、風速などの気象状態を予測することをいう。

【0052】

気象予測数値モデル 82 では、初期値に対する時間積分として解かれる場合、過去に時間積分を行って得た気象予測データと、新たに得られた気象観測データを統合して、ある時刻における空間的な初期値を作成する。そして、初期値を時間積分することで、未来の時刻における空間的な気象予測を行う。あるいは、気象予測数値モデル 82 が、変分法に基づく 4 次元同化を行う場合には、新たに得られた気象観測データと整合性させるように、モデル内で保持されている変数の修正を行った上で、時間積分が行われる。

【0053】

気象予測数値モデル 82 では、新たに得られた気象観測データとして、データ記憶部 70 に記憶された空間的に分布する環境データを利用するとともに、データ保有機関 110 から取得した気象観測データ 112 を使用する。データ保有機関 110 から取得する気象観測データ 112 には、地上観測点で観測された温度、風向・風速・雨量・日射などのデータその他、人工衛星、気象レーダなどにより得られたデータが含まれる。また、気象予測数値モデル 82 が領域モデルである場合には、データ保有機関 110 が提供する気象予測データ 114 を境界条件として使用してもよい。

【0054】

気象予測数値モデル 82 を時間積分することで、数分から 10 日程度の気象予測が行われる。気象予測数値モデル 82 では、車両 12、14 等から収集した詳細な環境データを利用することができるため精度が向上する。

【0055】

輸送予測数値モデル 84 は、NO_xなどの化学物質、花粉など天然物質を含む様々な物質の空間的な輸送を大気力学的に記述した数値モデルである。輸送予測数値モデル 84 は、環境予測の一形態である大気汚染物質の空間的な分布予測に使用することができる。輸送予測数値モデル 84 では、発生項及び消滅項を含む物質の移流方程式が離散化されている。移流をさせる風速としては、気象予測数値モデル 82 が求めた風速、または、データ保有機関 110 の気象予測データ 114 の風速が使用される。

【0056】

輸送予測数値モデル 84 を用いることで、例えば、PM_{2.5}の将来の空間的な分布予測をすることが可能となる。すなわち、どの時刻にどのエリアでどの程度の物質濃度となるかを予測することができる。車両 12、14 で測定される空間解像度の高い PM_{2.5} のデータを組み込んだ場合には、移流結果も高い解像度で表現できるため、予測精度を向上させることが期待できる。

【0057】

輸送予測数値モデル 84 では、スモッグベンチレーションセンサ 38 によって測定される化学物質あるいはスモークセンサ 40 によって測定される煙などの大気汚染物質につい

10

20

30

40

50

ても空間的な分布予測を行うことも可能である。

【 0 0 5 8 】

A I 型予測数値モデル 8 6 は、A I (Artificial Intelligence) に基づく予測数値モデルである。A I 型予測数値モデル 8 6 では、測定データと予測データとの因果関係を、ディープラーニングを用いたアルゴリズム等に基づいて学習することにより、将来の時刻における環境予測を行う。

【 0 0 5 9 】

A I 型予測数値モデル 8 6 による環境予測の例として、データ保有機関 1 1 0 が提供するある時刻の気象観測データ 1 1 2 と、その気象観測データ 1 1 2 に基づいて予測された気象予測データ 1 1 4 とを考える。この場合に、A I 型予測数値モデル 8 6 では、ある時刻の気象観測データ 1 1 2 と、その時刻におけるデータ記憶部 7 0 に記憶された環境データとの差に基づいて、将来の気象予測データ 1 1 4 を修正することができる。

10

【 0 0 6 0 】

A I 型予測数値モデル 8 6 は、空間的な気象予測にも、大気汚染物質の空間的な分布予測にも利用可能である。A I 型予測数値モデル 8 6 は、特に、経験的な知見が効果的に働きやすい短時間後（例えば、5 分後から 3 時間後程度）の環境予測において、予測精度向上に寄与するものと期待される。

【 0 0 6 1 】

なお、以上に説明した気象予測数値モデル 8 2、輸送予測数値モデル 8 4、A I 型予測数値モデル 8 6 は、環境予測の実行形態を例示したものである。環境予測は、他の様々な手法によっても実行可能である。

20

【 0 0 6 2 】

配信サーバ 9 0 は、配信手段の一例であり、予測サーバ 8 0 による予測結果を配信する。ここで、配信とは、複数のユーザに情報を伝達することをいう。配信サーバ 9 0 には、強制配信部 9 2 とオンデマンド配信部 9 4 と、アラート配信部 9 6 とが含まれる。

【 0 0 6 3 】

強制配信部 9 2 は、ユーザの要求が無くても、強制的に予測結果を配信する処理を行う。例えば、強制配信部 9 2 は、予測結果が得られるたびに、車両 1 2、1 4 に送信を行う。また強制配信部 9 2 は、専用のアプリケーションプログラムがインストールされたスマートフォン 1 0 0 に、予測結果が得られるたびに送信を行う。

30

【 0 0 6 4 】

オンデマンド配信部 9 4 は、端末からの要求があった場合に、予測結果を配信する。例えば、オンデマンド配信部 9 4 は、ユーザが車両 1 2、1 4 のタッチパネル 2 4 において特別な操作をした場合に、予測結果の配信を行う。また、オンデマンド配信部 9 4 は、ユーザが、スマートフォン 1 0 0 において環境予測の表示を指示した場合に、予想結果の配信を行う。

【 0 0 6 5 】

アラート配信部 9 6 は、予め設定された条件を満たした場合に、対象となるユーザにアラート情報を送信する。例えば、ユーザの居場所に悪天候をもたらす雷雲が接近しているような場合、あるいは、ユーザの居場所に大量のスギ花粉が接近している場合などに、アラート情報が配信される。

40

【 0 0 6 6 】

図 4 は、収集サーバ 6 0 が環境データを収集する過程について説明する図である。図 4 では、収集条件設定部 6 2 により設定されている収集対象エリアの一部を模式的に図示している。収集対象エリアは、A、B、C、D で示した縦方向の 4 列と、1、2、3、4 で示した横方向の 4 行とからなる小エリアに分割されている。小エリアのサイズは、例えば、予測サーバ 8 0 において環境予測を行う空間解像度に応じて決定される。

【 0 0 6 7 】

図 4 に示した例では、各小エリアにおいて、1 台の車両を選択し、環境データを収集するとの収集条件が課されたことを仮定している。

50

【 0 0 6 8 】

左上の A 1 の小エリアでは、1 台の車両 1 2 0 のみが走行しており、車両 1 2 0 が環境データの収集対象として選択されている。図 4 では、シェードによって車両 1 2 0 が選択されたことを図示している。選択された車両 1 2 0 は、比較的交通量の少ない道路を、ある程度の速度（例えば時速 4 0 k m / h）で走行していることを想定している。このため、車両 1 2 0 では、周囲の車両の影響をほとんど受けることなく、温度データなどの環境データを取得できると考えられる。そこで、データ補正部 6 8 では、温度データに対するデータ補正を行うことなく、データ記憶部 7 0 に記憶する。

【 0 0 6 9 】

B 1 の小エリアには、2 台の車両 1 2 2、1 2 4 が、幹線道路を比較的速い速度（例えば 6 0 k m / h）でスムーズに走行していることを想定している。B 1 のエリアには、2 台の車両 1 2 2、1 2 4 のみが走行しているため、このうちの 1 台である車両 1 2 2 が収集対象として選択されている。幹線道路では、交通量が多く、周囲の車両の存在が温度データなどの環境データに影響している可能性がある。しかし、車両 1 2 2 は、比較的速い速度で走行しており、車間距離もある程度離れていることが想定されることから、データ補正部 6 8 は、温度データに対しては軽微な補正を行うか、あるいは、補正を行わないことになる。

【 0 0 7 0 】

A 2 の小エリアでは、交通量の少ない道路を車両 1 2 6 が比較的ゆっくり（例えば時速 3 0 k m / h）走行しており、さらに、幹線道路を車両 1 2 8、1 3 0、1 3 2 が渋滞気味の速度（例えば時速 1 5 k m / h）で走行していることを想定している。渋滞した幹線道路では、温度データなどの環境データは、周囲の車両の影響を受けやすい。そこで、A 2 の小エリアでは、交通量の少ない道路を走行する車両 1 2 6 が選択されている。

【 0 0 7 1 】

他方、B 2 の小エリアでは、車両は全て幹線道路を渋滞気味に走行しており、その中の 1 台である車両 1 3 4 が選択されている。車両 1 3 4 が取得する温度データは、周囲の車両の影響（さらには自車両の影響）によって若干高い値を示していると考えられる。そこで、データ補正部 6 8 では、車両 1 3 4 から収集した温度データに対しては、温度を若干低くする補正処理を行って、データ記憶部 7 0 に記憶する。

【 0 0 7 2 】

このように、走行速度あるいは周囲の車両密度などの交通条件を考慮して、環境データを収集することで、環境データの品質を高めることが可能となる。さらに、交通条件が異なる車両から環境データを収集する場合に、データ補正部 6 8 で補正を行うことで、環境データの品質向上を図ることができる。

【 0 0 7 3 】

なお、図 4 の C 4 の小エリアには車両が走行していない。例えば、山岳エリア、砂漠エリア、海上エリアなどでは走行中の車両が存在しないこともある。また、起動されていない車両（エンジンあるいは駆動モータが起動されていない状態をいう）は存在するものの走行中の車両（言い換えれば起動されている車両）が存在しない状態もありえる。起動されていない車両では、一般にセンサによる環境測定が行われない。そこで、これらの場合には、車両からの環境データの収集を行わないこととなる。

【 0 0 7 4 】

図 4 に示した例以外にも、収集条件を設定することは可能である。例えば、各小エリアでは複数台の車両または小エリア中の全車両を選択して環境データを収集し、平均値あるいは中央値をその小エリアの環境データの値とすることが考えられる。これにより、小さなスケールの擾乱を無視することになる一方で、環境データの均質化を図ることができる。また、予測サーバ 8 0 における計算グリッドに近い場所を走行する車両から優先的に環境データを収集することも考えられる。これにより、計算誤差を減らすことが期待される。さらには、例えば、あるメーカー製の特定の車種に限定して、環境データを収集するようにしてもよい。これにより、センサの違いによる環境データの誤差を低減することが可能

10

20

30

40

50

となる。

【 0 0 7 5 】

続いて図 5 を参照して、配信サーバ 9 0 によって配信される環境予測データの表示例について説明する。図 5 は、車両 1 2 のタッチパネル 2 4 における表示例を示す図である。

【 0 0 7 6 】

タッチパネル 2 4 では、カーナビゲーションシステム 1 4 0 が起動されている。そして、運転者は、自宅を出発地 (S T A R T) として選択し、温泉を到着地 (G O A L) として選択している。この結果、カーナビゲーションシステム 1 4 0 では、走行経路を二重線で表示している。

【 0 0 7 7 】

カーナビゲーションシステム 1 4 0 は、環境予測システムと連動している。そして、カーナビゲーションシステム 1 4 0 において、走行経路が設定された場合には、カーナビゲーションシステム 1 4 0 が配信サーバ 9 0 のオンデマンド配信部 9 4 に天気予測の配信を依頼する。すなわち、走行経路となる各位置と、走行予定時刻をオンデマンド配信部 9 4 に伝え、対応する気象予測結果を取得する。

【 0 0 7 8 】

タッチパネル 2 4 の下部に表示された小ウインドウ 1 4 2 は、天気予測の配信結果を表示している。小ウインドウ 1 4 2 は、選択された走行経路を走行した場合における走行予定時間と、天気予報の情報を表示している。具体的には、出発地から到着地までの所要予定時間は 4 時間と表示されている。そして、出発時から 2 時間後までは晴れであること、2 時間後から 2 時間 4 0 分後くらいまで曇りであること、2 時間 4 0 分後くらいから 3 時間 1 5 分後くらいまでは雨であること、3 時間 1 5 分後から到着までは再び晴れであることを表示している。

【 0 0 7 9 】

天気予報の表示は、様々に行うことが可能である。例えば、小ウインドウ 1 4 2 に代えて、あるいは、小ウインドウ 1 4 2 とともに、カーナビゲーションシステム 1 4 0 が表示する地図上に、天気予報に応じた色を表示するようにしてもよい。これにより、経路上のどの位置でどのような天気となるのかを視覚的に把握することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

図 5 では、小ウインドウ 1 4 2 の右上方に、「Bad Weather Alert」と書かれた悪天候アラートボタン 1 4 4 も表示されている。悪天候アラートボタン 1 4 4 は、悪天候として定められた事象 (例えば大雨、雷、竜巻あるいは降雪) の情報を事前に受けるためのボタンである。

【 0 0 8 1 】

悪天候アラートボタン 1 4 4 を押した場合、カーナビゲーションシステム 1 4 0 は、配信サーバ 9 0 のアラート配信部 9 6 に対し、定期的に、車両 1 2 の位置情報と、アラート配信要求を送信する。アラート配信部 9 6 では、最新の天気予測に基づいて、悪天候が予想されるエリアを把握している。そして、車両 1 2 の走行予定位置が悪天候予想エリアに入るか否かを監視し、入る場合には、車両 1 2 にその旨の配信を行う。

【 0 0 8 2 】

悪天候アラートの配信を受けた場合、車両 1 2 では、タッチパネル 2 4 内に、悪天候が予想されるエリア及び時刻を表示する。これにより、車両 1 2 では、必要に応じて、走行経路の変更、あるいは、休憩可能な施設への立ち寄りなどを行うことが可能となる。悪天候アラートの配信は、悪天候が予想された時点で直ちに行ってもよいし、例えば悪天候が予想される 2 時間前、あるいは 1 時間前など、悪天候との遭遇がある程度確実にした段階で行ってもよい。

【 0 0 8 3 】

図 5 に示した環境予測の配信は、車両 1 2 に限定されるものではなく、例えば、スマートフォン 1 0 0、さらには、P C (Personal Computer) などに対しても同様に行うことが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

以上の説明においては、車両が取得した環境データに対しては、収集サーバ 6 0 の画像解析部 6 6 が解析を行い、データ補正部 6 8 がデータ補正等の処理を行うものとした。しかし、画像解析及びデータ補正の一方または両方の処理を車両において行うようにしてもよい。この場合には、車両における情報処理が増大する一方で、車両から収集サーバ 6 0 へ送信するデータ量を削減できる可能性がある。

【符号の説明】

【 0 0 8 5 】

1 0 環境予測システム、1 2 , 1 4 車両、2 0 G P S、2 2 時計、2 4 タッチパネル、2 6 外気温度センサ、2 8 湿度センサ、3 0 日射センサ、3 2 車外撮影カメラ、3 4 レインセンサ、3 6 ガラス温度センサ、3 8 スモッグベンチレーションセンサ、4 0 スモークセンサ、4 2 P M 2 . 5 センサ、5 0 予測センタ、6 0 収集サーバ、6 2 収集条件設定部、6 4 データ受信部、6 6 画像解析部、6 8 データ補正部、7 0 データ記憶部、8 0 予測サーバ、8 2 気象予測数値モデル、8 4 輸送予測数値モデル、8 6 A I 型予測数値モデル、9 0 配信サーバ、9 2 強制配信部、9 4 オンデマンド配信部、9 6 アラート配信部、1 0 0 スマートフォン、1 1 0 データ保有機関、1 1 2 気象観測データ、1 1 4 気象予測データ、1 2 0 , 1 2 2 , 1 2 4 , 1 2 6 , 1 2 8 , 1 3 0 , 1 3 2 , 1 3 4 車両、1 4 0 カーナビゲーションシステム、1 4 2 小ウインドウ、1 4 4 悪天候アラートボタン。

10

20

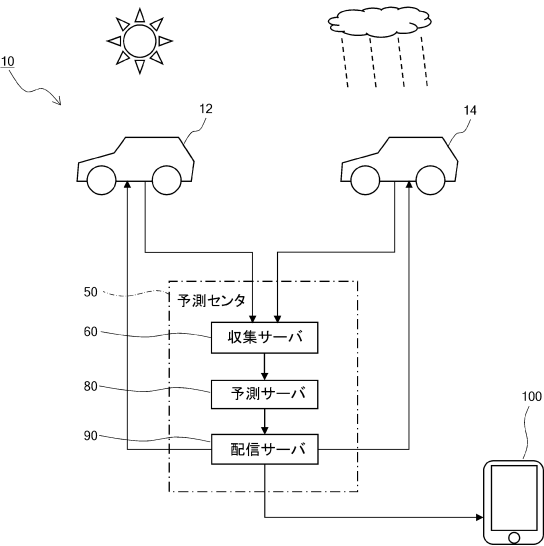
30

40

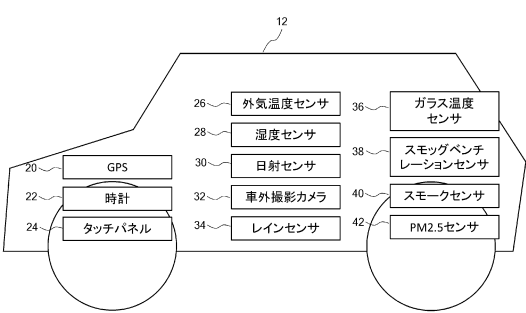
50

【図面】

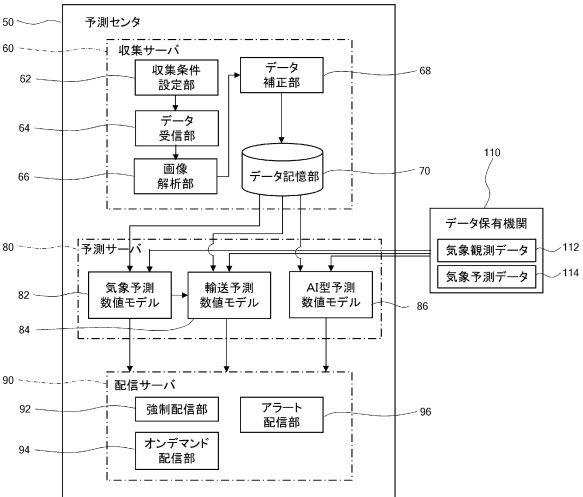
【図 1】



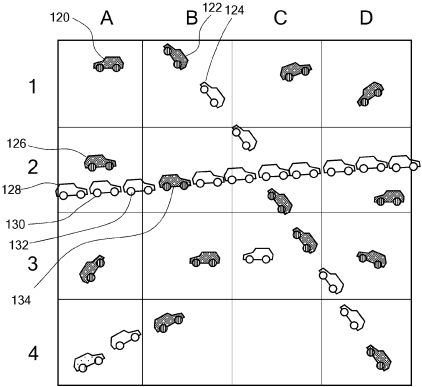
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

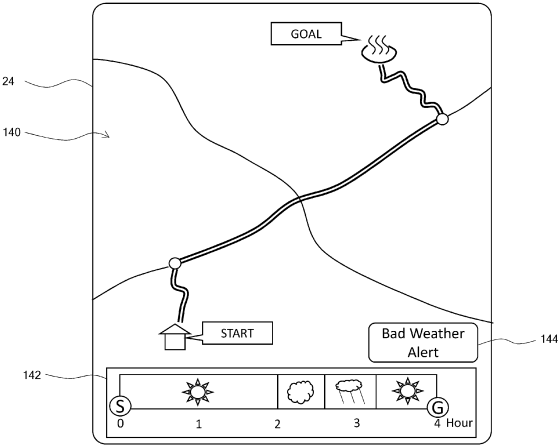
20

30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 5 8 4 5 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 3 8 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 0 9 8 2 0 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 5 4 0 0 4 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 2 8 2 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 0 1 0 2 4 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 4 2 0 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 4 2 0 5 2 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 4 6 1 6 5 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 W 1 / 1 0
G 0 6 Q 1 0 / 0 4
G 0 1 W 1 / 0 2