

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年4月21日(21.04.2016)



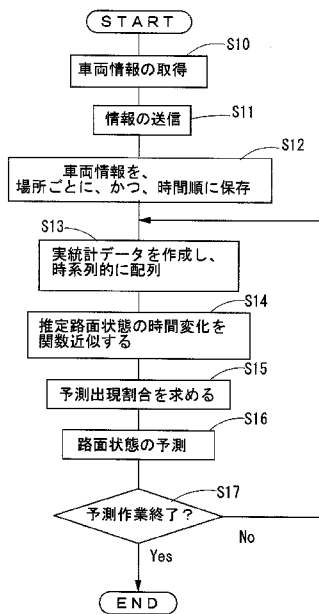
(10) 国際公開番号
WO 2016/060161 A1

- (51) 国際特許分類:
G01W 1/10 (2006.01) G08G 1/01 (2006.01)
B60T 8/172 (2006.01) G08G 1/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/079029
- (22) 国際出願日: 2015年10月14日(14.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-210322 2014年10月14日(14.10.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社ブリヂストン(BRIDGESTONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 花塚 泰史(HANATSUKA Yasushi); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP). 中澤 一真(NAKAZAWA Kazuma); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 株式会社ブリヂストン内
- (74) 代理人: 宮園 純一, 外(MIYAZONO Junichi et al.); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋三丁目4番4第5田中ビル6F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: ROAD SURFACE STATE PREDICTION METHOD AND ROAD SURFACE STATE PREDICTION SYSTEM

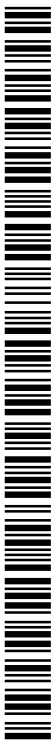
(54) 発明の名称: 路面状態予測方法及び路面状態予測システム



- S10 Obtain vehicle information
- S11 Send information
- S12 Save vehicle information for each location and in temporal order
- S13 Create actual statistical data and arrange in chronological order
- S14 Function-approximate temporal changes in estimated road surface state
- S15 Find predicted appearance ratio
- S16 Predict road surface state
- S17 Prediction work completed?

(57) Abstract: In order to provide a method that accurately predicts the road surface state at locations within a prescribed range, the present invention is configured so as to predict the road surface state at locations within a prescribed range from: a road surface estimation and determination value calculated using vehicle information being information about the behavior of a vehicle W_i during travel, obtained by an onboard sensor mounted to the vehicle; a road surface estimation and determination value calculated at a location within a prescribed range when predicting the road surface state at locations inside the prescribed range, using an estimated road surface state estimated using the road surface estimation and determination value; or the temporal change in the estimated road surface state that has been estimated.

(57) 要約: 所定の範囲内の場所における路面状態を精度よく予測する方法を提供するために、車両に搭載された車載センサにより取得された、走行時の車両 W_i の挙動の情報である車両情報を用いて演算される、路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測する際に、所定の範囲内の場所において演算された路面推定判定値、もしくは、推定された推定路面状態の時間変化から、前記所定の範囲内の場所における路面状態を予測するようにした。



WO 2016/060161 A1

ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：路面状態予測方法及び路面状態予測システム

技術分野

[0001] 本発明は、車両の走行する路面の状態を予測する方法に関するもので、特に、所定の範囲内の場所を走行する車両の推定した路面状態のデータや車両情報を用いて、路面状態を予測する方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車の走行安全性を高めるため、走行中の路面の状態を精度良く推定し、車両制御へフィードバックすることが求められている。走行中の路面の状態を推定することができれば、制駆動や操舵といった危険回避の操作を起こす前に、例えば、ABSブレーキのより高度な制御等が可能になり、安全性が一段と高まることが予想される。

[0003] 走行中の路面の状態を推定する方法としては、例えば、走行中のタイヤの振動を検出し、この検出されたタイヤの振動の時系列波形から路面状態を推定する方法（例えば、特許文献1～3参照）や、タイヤから発生するタイヤ発生音を検出し、この検出されたタイヤ発生音の音圧レベルから路面状態を推定する方法（例えば、特許文献4参照）が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2014-35279号公報
特許文献2：特開2011-242303号公報
特許文献3：特開2003-182476号公報
特許文献4：特開平8-261993号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の従来技術では、走行中の路面状態については推定できるものの、路面状態の推定結果から所定の範囲内の場所における路面状態

の変化を予測することは困難であった。

[0006] 本発明は、従来の問題点に鑑みてなされたもので、所定の範囲内の場所における路面状態を精度よく予測する方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、車両に搭載された車載センサにより、走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得するステップと、前記車両情報を用いて演算される、路面状態の推定に用いられる路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測するステップとを備えた路面状態予測方法であって、前記路面状態を予測するステップでは、所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて演算された路面推定判定値の時間変化、もしくは、推定路面状態の時間変化から、前記所定の範囲内の場所における路面状態の出現割合である路面状態毎の予測出現割合 S_{Rp} を算出した後、前記算出された予測出現割合 S_{Rp} から、前記所定の範囲内の場所における路面状態を予測することを特徴とする。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本実施の形態1に係る路面状態予測システムの構成を示す図である。
[図2]加速度センサの配置例を示す図である。
[図3]路面状態推定手段の一例と特徴ベクトルの算出方法を示す図である。
[図4]サーバーのデータ記憶手段に分類・保存されるデータを示す図である。
[図5]実統計マップ M_k と路面状態の予測マップの一例を示す図である。
[図6]本実施の形態1に係る路面状態の予測方法を示すフローチャートである。
[図7]本実施の形態2に係る路面状態予測システムの構成を示す図である。
[図8]天候モデルの一例を示す図である。
[図9]天候及び気温による路面状態の発生頻度を示す図である。
[図10]天候モデルを用いて補正した路面状態の予測値を示す図である。
[図11]本実施の形態3に係る路面状態予測システムの構成を示す図である。

[図12]路面状態毎の基準マップを用いて算出した適合度と天候モデルとを用いて補正した路面状態の予測値を示す図である。

[図13]本実施の形態4に係る路面状態予測システムの構成を示す図である。

[図14]遷移モデルを用いて算出した路面状態の予測値を示す図である。

[図15]本実施の形態5に係る路面状態の予測方法を示す図である。

[図16]本実施の形態5に係る路面状態の予測方法を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

図1は、本実施の形態1に係る路面状態予測システム1の構成を示す機能ブロック図で、 $W_1 \sim W_N$ は車両で、各車両 W_i ($i = 1 \sim N$)は、車載センサとしての加速度センサ11と、GPS装置12と、路面状態推定手段13と、車両情報収集手段14と、送信機15と、受信機16とを備える。

20は受信機21と、データ記憶手段22と、送信機23とを備えたサーバーで、30は所定の範囲内の場所において複数の時刻に複数の車両 W_i にてそれぞれ推定された推定路面状態の時間変化から、所定の範囲内の場所における路面の状態を予測する路面状態予測装置である。

なお、「車両数N」は、「のべ車両数」で、1台の車両の、所定の時間内かつ所定の範囲内の場所におけるデータが複数個である場合には、これら複数のデータを別個のデータとして処理する。

サーバー20と路面状態予測装置30とは、路面状態管理センター2に設けられる。

路面状態推定手段13、車両情報収集手段14、及び、路面状態予測装置30は、例えば、コンピュータのソフトウェアにより構成される。

加速度センサ11は、図2に示すように、タイヤ40のインナーライナー部41のタイヤ気室42側のほぼ中央部に配置されて、路面Rからタイヤ40のトレッド43に入力する振動（タイヤ振動）を検出する。

[0010] GPS装置12は、図示しないGPSアンテナと受信機とを備え、当該車両 W_i の位置データを取得するとともに、車両の位置データから当該車両の走

行速度を算出する。

路面状態推定手段13は、加速度センサ11で検出したタイヤ振動の時系列波形を用いて、走行中の路面が、DRY路面、WET路面、SNOW路面、ICE路面のいずれかであるかを推定する。このような、路面状態推定手段13としては、例えば、図3(a)に示すような、加速度センサ11からタイヤ振動の時系列波形を抽出する振動波形抽出手段131と、窓掛け手段132と、特徴ベクトル算出手段133と、4つの路面モデルを記憶する記憶手段134と、カーネル関数算出手段135と、路面状態判別手段136とを備え、図3(b)に示すような、タイヤ振動の時系列波形に所定の時間幅Tの窓関数をかけて抽出した時間窓毎の時系列波形から、それぞれ、複数の特定周波数帯域の振動レベル($a_{k1} \sim a_{km}$)を成分とした特徴ベクトル X_k ($a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{km}$)を算出し、これらの特徴ベクトルと予め求めておいた路面状態毎の特徴ベクトルとからカーネル関数を算出し、このカーネル関数を用いた識別関数の値から路面状態がDRY路面、WET路面、SNOW路面、ICE路面のいずれかであるかを推定する構成の路面状態判別装置13Kなどが挙げられる。なお、路面状態毎の特徴ベクトルは、試験車両をDRY路面、WET路面、SNOW路面、ICE路面上でそれぞれ走行させたときの複数の特定周波数帯域の振動レベルを成分とした特徴ベクトルである。

なお、路面状態推定手段13はタイヤ内40に設けてもよいし、車体側に設けてもよい。車体側に設ける場合には、タイヤ40側から加速度センサで検出した加速度波形のデータを車体側に送るのではなく、タイヤ40側に演算装置を設けて、加速度波形から検出される特定周波数帯域の振動レベルなどの路面状態の推定に用いる帯域値、もしくは、帯域値の演算値を算出し、これを路面状態推定手段13に送る構成とすることが好ましい。

[0011] 車両情報収集手段14は、路面状態推定手段13で推定された路面状態(以下、推定路面状態という)と、GPS装置12で取得した車両の位置データとを収集して、当該車両を識別するための車両IDとともに、当該車両の車両情報として、送信機15に送る。車両情報には、車両IDと車両情報の

取得時刻のデータ（時刻データ）も含まれる。なお、時刻データとしては、加速度の時系列波形の抽出時刻、位置データの取得時刻あるいは、データ送信時刻などを用いればよい。これらの時刻は、ほぼ同時刻なので、どの時刻を時刻データとしても問題はない。

送信機 15 は、前記車両情報を、車両情報収集手段 14 により収集された、推定路面状態のデータ、車両の位置データ、及び、当該車両を識別するための車両 ID とともに、図示しない送信アンテナから、車両情報として、路面状態管理センター 2 のサーバー 20 に送信する。

受信機 16 は、路面状態管理センター 2 の路面状態予測装置 30 で予測され、サーバー 20 の送信機から送信された所定の範囲内の場所における路面状態の予測データを受信する。なお、この受信された路面状態の予測データを、車内に設けられたモニター上に表示することで、運転者は、所定の範囲内の場所における路面状態の予測結果を知ることができる。

また、路面状態の予測結果を車両制御へフィードバックすれば、車両の走行安全性を向上させることができる。

[0012] サーバー 20 は、各車両 W_i ($i = 1 \sim N$) から送られてくる推定路面状態のデータを含む車両情報を受信機 21 で受信し、これらのデータを、所定の範囲内の場所における各時刻毎のデータに分類して、データ記憶手段 22 に保存するとともに、送信機 23 から、路面状態予測装置 30 で予測された所定の範囲内の場所における路面状態の予測データを登録車両に送信する。

各車両 W_i の車両情報は、データ記憶手段 22 に分類・保存される。

具体的には、図 4 に示すように、データ記憶手段 22 の記憶領域 221 には、所定の場所 L_1 において、複数の時刻 $t(1)_k$ ($t_{-n_1} \sim t_{-1}$) に複数の車両 $W(1)_j$ ($j = 1 \sim m_1$) でそれぞれ取得されたデータが保存され、記憶領域 222 には、所定の場所 L_2 において複数の時刻 $t(2)_k$ ($k = -n_2 \sim -1$) に、複数の車両 $W(2)_j$ ($j = 1 \sim m_2$) で取得されたデータが保存される。このように、記憶領域 22r には、所定の場所 L_r において複数の時刻 $t(r)_k$ ($k = -n_r \sim -1$) に複数の車両 $W(r)_j$ ($j = 1 \sim m_r$) で取得されたデータが保存

される。

ここで、 $m_1 + m_2 + \dots + m_r + \dots = N$ である。なお、データを取得する時刻の数 n_r については、各場所 L_r により異なってもよいし、同じであってもよい。

各所定の場所 L_r におけるデータは、時間順に保存される。

なお、時刻 t_k におけるデータとは、時刻 t_k を含む所定の時間幅が Δt_k の時間内（例えば、 $t_k - \Delta t_k/2 \leq t \leq t_k + \Delta t_k/2$ ）に取得したデータを指す。所定の時間幅 Δt_k は、必ずしも一定にする必要はなく、例えば、所定の場所により変更してもよい。

所定の時間幅 Δt_k としては、例えば、1分～5分以内が想定される。また、所定の範囲とは、予め設定された道路地図上の場所を含む範囲を指す。所定の範囲の指定は、例えば、図4に示す、ナビゲーション用の道路地図上の所定大きさ枠のグリッドを用いればよい。このようにすれば、各車両 W_i 、詳細には、車両 $W(r)_j$ とサーバー20とにおける車両位置の整合性を取り易いので好ましい。

また、登録車両は、前記の路面状態推定手段13を搭載した車両 W_i だけではなく、サーバー20と通信により接続されている車両も含まれる。

[0013] 路面状態予測装置30は、統計データ作成手段31と、実統計データ記憶手段32と、予測統計データ作成手段33と、路面状態予測手段34とを備え、時刻 t_{-n} ～時刻 t_{-1} にて取得した車両情報を用いて、所定の範囲内の場所 L_r における、将来の時刻 t_p ($p > 0$)における路面状態を予測する。

統計データ作成手段31では、サーバー20のデータ記憶手段22に保存されたデータから、所定の範囲内の場所 L_r にて、現在の時刻 t_0 よりも前の時刻 $t(r)_k$ ($k = -n_1 \sim -1$)に取得した m_r 個の推定路面状態のデータを取り出した後、これらのデータを用いて、DRY路面と推定した車両数、WET路面と推定した車両数、SNOW路面と推定した車両数、及び、ICE路面と推定した車両数がそれぞれ何個あるかをカウントして、所定の範囲内の場所 L_r の時刻 $t(r)_k$ における推定路面状態 R の出現割合を、推定路面状態 R （

R ; D R Y路面, W E T路面, S N O W路面, I C E路面) 毎に集計したマップ (以下、実統計データ $M(r)_k$ という) を作成する。なお、1台の車両が、所定の時間内かつ所定の範囲内の場所において複数のデータを送ってくる場合には、別車両からのデータとして処理する。この場合、車両数は「のべ車両数」となる。なお、データが同一車両のデータであるか否かは車両IDにより区別できる。

路面状態の予測は場所 L_r 毎に行うが、以下では、場所 L_r における路面状態を予測する場合について説明する。なお、場所 L_r を時刻 t_k に通過する車両を W_j ($j = 1 \sim m$)、実統計データを M_k とするなど、以下では、場所 L_r を示す添字 r を省略する。

[0014] 図5 (a) は実統計データ M_k の一例を示す図で、図5 (b) は、後述する路面状態の予測結果を示す予測統計データ M_{pc} である。

実統計データ M_k は、時刻 t_k ($k = -n \sim -1$) における推定路面状態 R ($R ; D R Y, W E T, S N O W, I C E$) の出現割合 S_{Rk} を路面状態 R 毎に算出したもので、予測統計データ M_{pc} は、将来の時刻 t_p ($p > 0$) における出現割合の予測値 (以下、予測出現割合という) S_{Rp} を路面状態 R 毎に算出したものである。

出現割合 S_{Rk} は、 $S_{Rk} = (\text{推定路面状態 } R \text{ のカウント数}) / (\text{総カウント数})$ により算出される。なお、実統計データ M_k は時刻 t_k 毎に作成される。

実統計データ M_k の作成は、通常、データ記憶手段22に、予測を行う時刻 t_p の直前の時刻である時刻 t_{-1} における推定路面状態のデータが保存された直後に行う。

実統計データ記憶手段32は、統計データ作成手段31で作成された実統計データ M_k を、時間順に保存する。

[0015] 予測統計データ作成手段33は、図5 (a) に示す、時系列に配列された複数個 (ここでは、10個) の実統計データ M_k を用いて、所定の範囲内の場所 L_r における将来の時刻 t_p ($p > 0$) における予測統計データ M_{pc} を作成する。

具体的には、時刻 $t_{-10} \sim t_{-1}$ までの推定路面状態が R である出現割合 S_{Rk} の時間変化を、それぞれ、 n 次関数 $G_R(t)$ ($n \geq 3$) で近似し、 $t = t_p$ における近似関数 (n 次関数) の関数値 $G_R(t_p)$ をそれぞれ求めた後、これらの 4 つの関数値 $G_R(t_p)$ から、時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} をそれぞれ算出して、予測統計データ M_{pc} を作成する。

予測出現割合 S_{Rp} は、各路面 R の関数値 $G_R(t_p)$ を、4 つの関数値 $G_R(t_p)$ の和 ($\sum_R G_R(t_p)$) で除算して求められる。

すなわち、DRY 路面の予測出現割合は $S_{Dp} = G_D(t_p) / \sum_R G_R(t_p)$ により算出され、WET 路面の予測出現割合は $S_{Wp} = G_W(t_p) / \sum_R G_R(t_p)$ により算出される。また、SNOW 路面の予測出現割合 $S_{Sp} = G_S(t_p) / \sum_R G_R(t_p)$ により算出され、ICE 路面の予測出現割合は $S_{Ip} = G_I(t_p) / \sum_R G_R(t_p)$ によりそれぞれ算出される。予測出現割合 S_{Dp} , S_{Wp} , S_{Sp} , S_{Ip} の総和は 1 である。

路面状態の予測結果を示す予測統計データ M_{pc} の一例を図 5 (b) に示す。

路面状態予測手段 34 は、路面状態 R が DRY 路面, WET 路面, SNOW 路面, ICE 路面の内のいずれの路面状態になるかを予測する。具体的には、予測統計データ M_{pc} において、予測出現割合 S_{Rp} が最も高い推定路面状態 R (図 5 (b) では、DRY 路面) を選択し、この選択された路面状態を、所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ であると予測する。

このような路面状態の予測結果を使って、路面状態の予測を繰り返せば、更に将来の時刻 t_q ($t_q > t_p$) での路面状態 $R(t_q)$ を予測することができる。

[0016] 次に、路面状態予測システム 1 の動作について、図 6 のフローチャートを参照して説明する。

まず、各車両 W_i ($i = 1 \sim N$) にて、推定路面状態、及び、車両位置などの車両情報を取得し (ステップ S10)、これらの情報を、車両 ID 及び取得時刻のデータとともに、路面状態管理センター 2 のサーバー 20 に送信す

る（ステップS11）。

次に、サーバー20にて、推定路面状態のデータ及び車両情報を、所定の場所 L_r 毎に、かつ、取得した時刻順に保存（ステップS12）する。

そして、統計データ作成手段31にて、所定の場所 L_r においてDRY路面と推定した車両数、WET路面と推定した車両数、SNOW路面と推定した車両数、及び、ICE路面と推定した車両数をカウントした統計データである実統計データ M_k を、各時刻 t_k （ $k = -n \sim -1$ ）毎に作成し、これを時系列に配列する（ステップS13）。

次に、時系列に配列された各時刻 t_k 毎の実統計データ M_k を用いて、時刻 $t_{-n} \sim t_{-1}$ までの推定路面状態がRである出現割合 S_{Rk} の時間変化を、それぞれ、 n 次関数 $G_R(t)$ 近似し（ステップS14）た後、将来の時刻である時刻 t_p における n 次関数 $G_R(t)$ の値である関数値 $G_R(t_p)$ をそれぞれ求め、これらの4つの関数値 $G_R(t_p)$ から、時刻 t_p における路面状態Rの予測出現割合 S_{Rp} を求める（ステップS15）。

そして、予測出現割合 S_{Rp} の値が最も大きい推定路面状態Rを、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ であると予測する（ステップS16）。

最後に、判別した路面状態の情報を、登録車両に送信する。

なお、場所 L_r とは異なる場所 $L_{r'}$ の路面状態の予測を行う場合には、ステップS13に戻って、路面状態の予測を続行する。

[0017] このように、実施の形態1では、所定の範囲内の場所を走行している複数台の車両 W_i にそれぞれ設けられ加速度センサ11によりそれぞれ検出した走行中のタイヤの振動の時系列波形の情報から、所定の範囲内の場所における複数の時刻 t_k （ $k = -n \sim -1$ ）の路面状態Rをそれぞれ推定するとともに、これら推定された路面状態の時間変化を n 次関数 $G_R(t)$ 近似し、この n 次関数 $G_R(t)$ の関数値 $G_R(t_p)$ から、所定の範囲内の場所における将来の時刻 t_p における路面状態Rの予測出現割合 S_{Rp} を求め、この予測出現割合 S_{Rp} の大きさから将来の路面状態 $R(t_p)$ を予測するようにしたので、将来の路面状態を精度よく予測することができる。

[0018] なお、前記実施の形態 1 では、路面状態の時間変化を n 次関数 $G_R(t)$ 近似して、時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} を求めたが、例えば、刻々と時間変化する車両位置を加速度センサの出力や GPS のデータなどから予測する際に使用される、カルマンフィルターや粒子フィルターなどの時系列フィルターを用いて、路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} を求めてもよい。

また、前記実施の形態 1 では、複数台の車両 W_i にそれぞれ設けられた路面状態推定手段 13 で推定された、時刻 $t_{-10} \sim t_{-1}$ までの推定路面状態が R である出現割合 S_{Rk} の時間変化から、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ の予測出現割合 S_{Rp} を求めたが、路面状態推定手段 13 に代えて、路面状態 R の推定に用いられる路面推定判定値 K_k を推定する判定値推定手段を各車両 W_i に設け、時刻 $t_{-10} \sim t_{-1}$ までの路面推定判定値 K_k から、時刻 t_p における路面推定判定値の予測値 K_p を求め、この予測値 K_p から、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ を予測してもよい。

また、前記実施の形態 1 では、推定路面状態の統計データを、DRY 路面、WET 路面、SNOW 路面、ICE 路面の 4 つの状態に分類したが、滑りやすい路面である SNOW 路面と ICE 路面とをまとめて危険路面とし、この危険路面の発生確率を判別してもよい。

[0019] 実施の形態 2.

前記実施の形態 1 においては、各車両が走行している場所の天候の変化を考慮していなかったが、図 7 に示すように、実施の形態 1 の図 1 に記載した路面状態予測装置 30 の、予測統計データ作成手段 33 と路面状態予測手段 34 との間に、天候補正手段 35 を設けて、路面状態予測手段 34 で予測された時刻 t_p での路面状態 $R(t_p)$ を、所定の範囲の場所 L_i における時刻 t_p の気象予報データに基づいて補正すれば、路面状態の予測精度を更に向上させることができる。

天候補正手段 35 は、気象予報データ取得部 35a と、天候モデル記憶部 35b と、天候補正部 35c とを備える。

気象予報データ取得部 35a は、図外のインターネットに接続して、時刻

t_p を含む時間帯の天候と気温の予報データを取得する。

天候モデル記憶部35bは、4個の天候モデル M_R (R ; DRY, WET, SNOW, ICE)を記憶する。図8(a)~(d)は、天候モデル M_R の一例を示す図で、各軸は、それぞれ、気温($^{\circ}\text{C}$)、天候(1;晴れ、2;曇り、3;雨、4;雪)、気温が $T^{\circ}\text{C}$ で、天候が m ($m=1\sim 4$)のときに路面状態が R となる確率 p_{TmR} である。確率 p_{TmR} は、2変数(T と m)の関数なので、曲面で現せる。

なお、確率 p_{TmR} の総和 $\Sigma_p = p_{TmD} + p_{TmW} + p_{TmS} + p_{TmI}$ は1にはならないので、実際に使用する場合には、規格化したものを用いる。以下、 $P_{TmR} = p_{TmR} / \Sigma_p$ を発生頻度という。

例えば、図9(a)に示すように、気温が 8°C で、天候が晴れ($m=1$)のときは、路面状態がDRYである発生頻度 $P_{8,1,D}$ は0.7、路面状態がWETである発生頻度 $P_{8,1,W}$ は0.2、路面状態がSNOWである発生頻度 $P_{8,1,S}$ と路面状態がICEである発生頻度 $P_{8,1,I}$ とは0.05となる。また、図9(b)に示すように、気温が -3°C で、天候が雪($m=4$)のときは、路面状態がDRYである発生頻度 $P_{-3,4,D}$ と路面状態がWETである発生頻度 $P_{-3,4,W}$ とは0.05で、路面状態がSNOWである発生頻度 $P_{-3,4,S}$ は0.7、路面状態がICEである発生頻度 $P_{-3,4,I}$ は0.2となる。

天候モデル M_R は、所定の場所 L_i における過去の気象状態と路面状態のデータを用いて作成される。なお、季節毎あるいは月毎に天候モデル M_R を作成してもよい。また、本例では、天候を4つ、気温を $-10^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ としているが、天候を更に細かく分類したり、気温の範囲や目盛りの間隔を変更してもよい。

[0020] 天候補正部35cは、気象予報データ取得部35aで取得した時刻 t_p を含む時間帯の天候 m と気温 T の予報データに基づいて、天候モデル記憶部35bに保存されている天候モデルから、天候が m で気温 T であるときの発生頻度 P_{TmD} , P_{TmW} , P_{TmS} , P_{TmI} のデータを取り出し、これらの発生頻度 P_{TmD} , P_{TmW} , P_{TmS} , P_{TmI} を用いて、予測統計データ作成手段33で算出された路面状態 R

の予測出現割合 S_{Rp} を補正する。

具体的には、図 10 に示すように、前記実施の形態 1 で予測した時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} に天候モデルの発生頻度 P_{TmR} を積算した値を補正後の路面状態 R の予測出現割合 S_{Rpz} とし、各路面状態の S_{Rpz} を比較することで、時刻 t_p における路面状態 R を予測する。ここでは、天候を雨 ($m = 3$)、気温を $T = 1^\circ\text{C}$ としたので、DRY 路面の発生頻度は $P_{TmD} = 0.17$ であり、WET 路面の発生頻度は $P_{TmW} = 0.51$ 、SNOW 路面の発生頻度は $P_{TmS} = 0.16$ 、ICE 路面の発生頻度は $P_{TmI} = 0.16$ である。

補正後の DRY 路面の予測出現割合は $S_{Dpz} = P_{TmD} \cdot S_{Dp}$ により算出され、WET 路面の予測出現割合は $S_{Wpz} = P_{TmW} \cdot S_{Wp}$ により算出される。また、SNOW 路面の予測出現割合 $S_{Spz} = P_{TmS} \cdot S_{Sp}$ により算出され、ICE 路面の予測出現割合は $S_{Ipz} = P_{TmI} \cdot S_{Ip}$ によりそれぞれ算出される。

なお、図 10 では、補正後の路面状態 R の予測出現割合 S_{Rpz} の値を、総和 ($\sum_R S_{Rpz}$) が 1 になるように規格化したものを記載している。

路面状態予測手段 34 では、補正された予測値 (予測出現割合 S_{Rpz}) が最も大きな路面状態を所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面状態 $R_z(t_p)$ であると予測する。

このような路面状態の予測結果を使って、路面状態の予測を繰り返せば、更に将来の時刻 t_q ($t_q > t_p$) での、天候を考慮した路面状態 $R_z(t_q)$ を予測することができる。

[0021] 実施の形態 3.

前記実施の形態 2 では、天候が m で気温 T であるときの発生頻度 P_{TmD} , P_{TmW} , P_{TmS} , P_{TmI} を用いて、路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} を補正することで、天候を考慮した路面状態 $R_z(t_p)$ を予測するようにしたが、図 11 に示すように、実施の形態 2 の図 7 に記載した路面状態予測装置 30 の、予測統計データ作成手段 33 と天候補正手段 35 との間に、路面状態毎の基準マップ M_{R0} (R ; DRY 路面, WET 路面, SNOW 路面, ICE 路面) を保存するマップ記憶手段 36 と、路面状態毎の基準マップ M_{R0} を用いて、予測統計データ作

成手段 33 で作成された路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} の適合度 J を算出する適合度算出手段 37 とを設けるとともに、天候補正部 35c に代えて、算出された適合度 J と天候が m で気温 T であるときの発生頻度 P_{TmD} , P_{TmW} , P_{TmS} , P_{TmI} とから路面状態 $R_z(t_p)$ を予測する天候確率付加部 35d を設けて、天候を考慮した路面状態 $R_z(t_p)$ を予測するようにすれば、路面状態の予測精度を更に向上させることができる。

なお、適合度 J 及び路面状態毎の基準マップ M_{R0} については、後述する。

[0022] 図 12 に示すように、DRY 路面の基準マップ M_{D0} は、標準タイヤを装着した試験車両を DRY 路面にて一定速度で多数回走行させて得られた推定路面状態の統計データで、DRY 路面を走行したときに、路面が DRY 路面であると推定した割合 P_{DD0} と、路面が WET 路面であると推定される割合 P_{DW0} と、路面が SNOW 路面であると推定される割合 P_{DS0} と、路面が ICE 路面であると推定される割合 P_{DI0} とをマップ化したものである。

また、WET 路面の基準マップ M_{W0} は、試験車両が WET 路面を走行したときに、路面が DRY 路面であると推定した割合 P_{WD0} と、路面が WET 路面であると推定される割合 P_{WW0} と、路面が SNOW 路面であると推定される割合 P_{WS0} と、路面が ICE 路面であると推定される割合 P_{WI0} とをマップ化したもので、SNOW 路面の基準マップ M_{S0} は、試験車両が SNOW 路面を走行したときに、路面が DRY 路面であると推定した割合 P_{SD0} 、路面が WET 路面であると推定される割合 P_{SW0} 、路面が SNOW 路面であると推定される割合 P_{SS0} 、路面が ICE 路面であると推定される割合 P_{SI0} をマップ化したものである。

また、ICE 路面の基準マップ M_{I0} は、試験車両が ICE 路面を走行したときに、路面が DRY 路面であると推定した割合 P_{ID0} 、路面が WET 路面であると推定される割合 P_{IW0} 、路面が SNOW 路面であると推定される割合 P_{IS0} 、路面が ICE 路面であると推定される割合 P_{II0} をマップ化したものである。

当然のことながら、基準マップ M_{D0} では P_{DD0} が最も高く、基準マップ M_{W0} では P_{WW0} が最も高く、基準マップ M_{S0} では P_{SS0} が最も高く、基準マップ M_{I0} では P_{II0} が最も高い。

以下、前記の割合 $P_{RR'0}$ を基準出現割合という。ここで、 R, R' は、 D, W, S, I のうちのいずれかを指す。

[0023] 適合度算出手段 37 では、図 12 に示すように、路面毎の基準マップ $M_{D0} \sim M_{I0}$ を用いて、予測統計データ作成手段 33 で作成された予測統計データ M_{pC} である予測出現割合 S_{Rp} の適合度 $J_R (R; DRY, WET, SNOW, ICE)$ をそれぞれ算出し、これら算出された 4 つの適合度 J_R を天候補正手段 35 の天候確率付加部 35d に送る。

DRY 適合度 J_D は、予測統計データ M_{pC} における予測出現割合 S_{Rp} と、上述した、基準マップ M_{D0} における基準出現割合 $P_{DD0}, P_{DWO}, P_{DS0}, P_{DI0}$ とを用いて、以下の式 (1) により算出される。

$$J_D = \exp \left\{ - \left(|S_{Dp} - P_{DD0}|^2 + |S_{Wp} - P_{DWO}|^2 + |S_{Sp} - P_{DS0}|^2 + |S_{Ip} - P_{DI0}|^2 \right) \right\} \dots\dots (1)$$

同様に、 WET 適合度 J_W 、 $SNOW$ 適合度 J_S 、 ICE 適合度 J_I は、それぞれ、以下の式 (2) ~ (4) により算出される。

$$J_W = \exp \left\{ - \left(|S_{Dp} - P_{WDO}|^2 + |S_{Wp} - P_{WWO}|^2 + |S_{Sp} - P_{WS0}|^2 + |S_{Ip} - P_{WIO}|^2 \right) \right\} \dots\dots (2)$$

$$J_S = \exp \left\{ - \left(|S_{Dp} - P_{SD0}|^2 + |S_{Wp} - P_{SW0}|^2 + |S_{Sp} - P_{SS0}|^2 + |S_{Ip} - P_{SIO}|^2 \right) \right\} \dots\dots (3)$$

$$J_I = \exp \left\{ - \left(|S_{Dp} - P_{IDO}|^2 + |S_{Wp} - P_{IWO}|^2 + |S_{Sp} - P_{ISO}|^2 + |S_{Ip} - P_{II0}|^2 \right) \right\} \dots\dots (4)$$

天候確率付加部 35d では、天候が m で気温 T であるときの発生頻度 P_{TmR} と、適合度算出手段 37 で算出された適合度 J_R との積を用いて、天候が m で気温 T であるときの路面状態の出現割合 S_{RpZ} を算出する。

天候が m で気温 T であるときの DRY 路面の予測出現割合は $S_{DpZ} = P_{TmD} \cdot J_D$ により算出され、 WET 路面の予測出現割合は $S_{WpZ} = P_{TmW} \cdot J_W$ により算出される。また、 $SNOW$ 路面の予測出現割合 $S_{SpZ} = P_{TmS} \cdot J_S$ により算出され、 ICE 路面の予測出現割合は $S_{IpZ} = P_{TmI} \cdot J_I$ によりそれぞれ算出される。

なお、図 12 では、天候が m で気温 T であるときの路面状態 R の予測出現

割合 S_{RpZ} の値を、総和 ($\sum_R S_{RpZ}$) が 1 になるように規格化したものを記載している。

路面状態予測手段 34 では、天候が m で気温 T であるときの予測値 (予測出現割合 S_{RpZ}) が最も大きな路面状態を所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面状態 $R_z(t_p)$ であると予測する。

このような路面状態の予測結果を使って、路面状態の予測を繰り返せば、更に将来の時刻 t_q ($t_q > t_p$) での、天候を考慮した路面状態 $R_z(t_q)$ を予測することができる。

[0024] 前記実施の形態 3 では、予測統計データ M_{pC} における予測出現割合 S_{Rp} と路面状態毎の基準マップ M_{R0} とから求めた適合度 J_R に天候モデルの発生頻度 P_{TmR} を積算して、天候が m で気温 T であるときの路面状態 R の予測出現割合 S_{DpZ} を予測したが、各天候 m ($m = 1 \sim 4$) 及び温度 T における各路面状態 R の出現割合 P_{RmT} をマップ化した路面天候モデル M_{RmT} を作成し、データ作成手段 33 で作成された路面状態 R の予測出現割合 S_{Rp} と路面天候モデル M_{RmT} とから予測出現割合を予測してもよい。

[0025] また、前記実施の形態 1 ~ 3 では、複数台の車両 W_i で推定された、推定路面状態の出現割合 S_{Rk} を路面状態 R 毎に算出した実統計データ M_k 用いて、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ を予測したが、時刻 t_k において所定の場所 L_r を通過した車両が、車両 W_x 1 台だった場合には、時刻 t_k における実統計データ M_k は作成できない。

そこで、この場合には、前記実施の形態 3 に記載した路面状態毎の基準マップ M_{R0} を実統計データ M_k とする。

具体的には、車両 W_x で推定した推定路面状態が D R Y 路面であった場合には、D R Y 路面の基準マップ M_{D0} を、時刻 t_k における実統計データ M_k とする。

基準マップ M_{D0} は、上述したように、D R Y 路面を走行したときに、路面が D R Y 路面であると推定した割合 P_{DD0} と、路面が W E T 路面であると推定される割合 P_{DWO} と、路面が S N O W 路面であると推定される割合 P_{DS0} と、路面が I

C E路面であると推定される割合 P_{D10} とをマップ化したものなので、基準マップ M_{D0} を実統計データ M_k の代用して用いれば、D R Y路面の出現割合を1. 0とした場合に比較して、実際に近い実統計データ M_k となるので、路面状態の予測精度を十分に確保することができる。

また、所定の場所 L_r を通過した車両が少数台（例えば、10台未満）である場合にも適用できる。例えば、通過車両が3台で、車両 W_x と車両 W_y とで推定した推定路面状態がD R Y路面で、車両 W_z で推定した推定路面状態がW E T路面であった場合には、基準マップ M_{D0} と基準マップ M_{W0} とから実統計データ M_k を作成すればよい。このとき、基準マップ M_{D0} に対する重みを2（重み係数 $w_D = 2/3$ ）、基準マップ M_{W0} に対する重みを1（重み係数 $w_W = 1/3$ ）とするなど、台数による重み付けを行うことが好ましい。

このように、予め路面状態毎の基準マップ M_{R0} を作成しておけば、所定の場所 L_r を通過した車両が少数台であったとしても、将来の路面状態を精度よく予測することができる。

[0026] また、前記実施の形態1～3では、路面状態の予測に複数台の車両 W_i を用いたが、前記の路面状態毎の基準マップ M_{R0} を用いれば、1台の車両 W_p を、複数の所定の場所 L_r を含む経路を複数回走行させることで、複数の所定の場所 L_r における路面状態 $R_r(t_p)$ を予測することも可能である。

すなわち、時刻 t_a, t_b, t_c, \dots には、所定の場所 L_r における推定路面状態が、時刻 $t_{a+th}, t_{b+th}, t_{c+th}, \dots$ には、所定の場所 L_r における推定路面状態が、車両 W_p からサーバー20に送られてくる。例えば、所定の場所 L_r では、時刻 t_a, t_b, t_c, \dots （ $a < b < c < 0$ ）と経過するにしたがって、推定路面状態 R が変化する。そこで、時刻 t_m （ $m > 0$ ）において車両 W_p が推定した推定路面状態 R を、路面 R の基準マップ M_{R0} に置き換えて、これを実統計データ M_k とすれば、前記実施の形態1～3と同様に、時刻 t_m での路面状態を予測することができる。なお、基準マップ M_{R0} は、車両 W_p 毎に変更してもよい。

[0027] 実施の形態4.

前記実施の形態 1 では、所定の範囲内の場所において推定した、複数の時刻 t_k ($k = -n \sim -1$) での路面状態 R の時間変化から、将来の時刻 t_p ($p > 0$) での路面状態 $R(t_p)$ の予測出現割合 S_{Rp} を予測したが、図 13 に示すように、路面状態遷移予測手段 38 を設けて、統計データ作成手段 31 で作成した過去のデータのうち、時刻 t_{-1} のデータから、将来の時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ の予測出現割合 S_{Rp} を予測してもよい。

なお、本例では、統計データ作成手段 31 は、サーバー 20 のデータ記憶手段 22 の保存されたデータから、所定の範囲内の場所が L_r で、時刻 t が予測する時刻 t_p の直前の時刻 $t(r)_{-1}$ において推定した推定路面状態 R の出現割合を、推定路面状態 R (R ; DRY 路面, WET 路面, SNOW 路面, ICE 路面) 毎に集計したマップを作成する。

路面状態遷移予測手段 38 は、遷移モデル記憶部 38a と、出現割合予測値算出部 38b とを備える。

遷移モデル記憶部 38a は、図 14 に示すように、4 個の遷移モデル T_R (R ; DRY, WET, SNOW, ICE) を記憶する。

遷移モデル T_R は、時刻 t_k において路面状態が R_k であったものが、時刻 t_{k+1} において路面状態 R' になる確率 (以下、遷移確率という) $q_{R,R'}$ を表すもので、路面状態 R 毎に作成される。

例えば、同図の中央上段に示す DRY 遷移モデル T_D では、DRY 路面の状態が継続する確率 $q_{D,D}$ は 0.7、DRY 路面であったものが WET 路面となる遷移確率 $q_{D,W}$ は 0.2、DRY 路面であったものが SNOW 路面となる遷移確率 $q_{D,S}$ は 0.05、DRY 路面であったものが ICE 路面となる遷移確率 $q_{D,I}$ は 0.05 となっている。これらの遷移確率 $q_{R,R'}$ は、過去の路面状態 R のデータを用いて作成される。

出現割合予測値算出部 38b では、時刻 t_{-1} における推定路面状態が R である出現割合 S_{R-1} を上記の遷移確率 $q_{R,R'}$ を用いて補正して、出現割合予測値 S_{Rp} を算出する。出現割合予測値 S_{Rpt} は、路面状態 R 毎に算出する。

各路面状態 R の出現割合予測値 S_{Dpt} , S_{Wpt} , S_{Spt} , S_{Ipt} は、それぞれ、以下

の式 (5) ~ (8) により算出される。

$$S_{Dpt} = S_{D-1} \cdot a_{D,D} + S_{W-1} \cdot a_{W,D} + S_{S-1} \cdot a_{S,D} + S_{I-1} \cdot a_{I,D} \quad \dots (5)$$

$$S_{Wpt} = S_{D-1} \cdot a_{D,W} + S_{W-1} \cdot a_{W,W} + S_{S-1} \cdot a_{S,W} + S_{I-1} \cdot a_{I,W} \quad \dots (6)$$

$$S_{Spt} = S_{D-1} \cdot a_{D,S} + S_{W-1} \cdot a_{W,S} + S_{S-1} \cdot a_{S,S} + S_{I-1} \cdot a_{I,S} \quad \dots (7)$$

$$S_{Ipt} = S_{D-1} \cdot a_{D,I} + S_{W-1} \cdot a_{W,I} + S_{S-1} \cdot a_{S,I} + S_{I-1} \cdot a_{I,I} \quad \dots (8)$$

路面状態予測手段34では、これらの出現割合予測値 S_{Dpt} , S_{Wpt} , S_{Spt} , S_{Ipt} が最も大きい路面状態を、所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ であると予測する。

このように、予め求めておいた路面状態の遷移確率 $a_{R,R'}$ と、過去のデータとしての時刻 t_{-1} における推定路面状態 R の出現割合 S_{R-1} とから、将来の時刻 t_p ($p > 0$) における路面状態 R の予測出現割合 S_{Rpt} を予測したので、簡単な構成で将来の時刻 t_p での路面状態 $R_t(t_p)$ を予測することができる。

[0028] なお、前記実施の形態4では、過去のデータから予め求めておいた遷移確率 $a_{R,R'}$ を用いて出現割合予測値 S_{Dpt} , S_{Wpt} , S_{Spt} , S_{Ipt} を求めたが、遷移確率として、同じ路面状態 R が維持される確率を、例えば、 $a'_{R,R} = 0.8$ とし、路面状態 R が路面状態 R' に遷移する確率を、それぞれ、 $a'_{R,R'} = (0.2) / 3$ としてもよい。なお、分母3は、路面状態 R 以外の路面状態 R' の数である。

この場合の各路面状態 R の出現割合予測値 S'_{Dpt} , S'_{Wpt} , S'_{Spt} , S'_{Ipt} は、それぞれ、以下の式 (5') ~ (8') により算出される。

$$S'_{Dpt} = S_{D-1} \cdot 0.8 + S_{W-1} \cdot 0.2/3 + S_{S-1} \cdot 0.2/3 + S_{I-1} \cdot 0.2/3 \quad \dots (5')$$

$$S'_{Wpt} = S_{D-1} \cdot 0.2/3 + S_{W-1} \cdot 0.8 + S_{S-1} \cdot 0.2/3 + S_{I-1} \cdot 0.2/3 \quad \dots (6')$$

$$S'_{Spt} = S_{D-1} \cdot 0.2/3 + S_{W-1} \cdot 0.2/3 + S_{S-1} \cdot 0.8 + S_{I-1} \cdot 0.2/3 \quad \dots (7')$$

$$S'_{Ipt} = S_{D-1} \cdot 0.2/3 + S_{W-1} \cdot 0.2/3 + S_{S-1} \cdot 0.2/3 + S_{I-1} \cdot 0.8 \quad \dots (8')$$

このように、予め設定された推定路面状態の遷移確率 $a'_{RR'}$ 、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率 $a_{RR'}$ を用いて、時刻 t_p における路面状態を予測する方法を、過去データ数が少ない初期段階での予測に用いれば、十分な過去データ数がない状況でも、予測を行うことが可能である。

[0029] 実施の形態5.

前記実施の形態4では、過去のデータ ($t = t_{-1}$) と、予め求めておいた路面状態の遷移確率とから求めた出現割合予測値 $S_{Rp,t}$ とを用いて、将来の時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ を予測したが、時刻 t_{-1} における予測出現割合である直前予測出現割合 V_{R-1} と、実施の形態4に記載の遷移確率 $q_{R,R'}$ と、実施の形態1で求めた予測出現割合 S_{Rp} とを用いて将来の時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 V_{Rp} を求め、これらの出現割合予測値 V_{Dp} , V_{Wp} , V_{Sp} , V_{Ip} を用いて、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ を予測すれば、将来の路面状態を更に精度よく予測することができる。

予測出現割合 V_{Rp} を求める手順について、図15を参照して説明する。

予測出現割合 V_{Rp} の算出は、時刻 t_{-1} まで直前予測出現割合 V_{R-n} , …… , V_{R-2} , V_{R-1} (計算値) と、実統計データ M_{-n} , …… , M_{-2} , M_{-1} とが得られている状態で行う。なお、最初の直前予測出現割合 V_{R-n} は設定値である。

まず、時刻 t_{-1} における直前予測出現割合 V_{R-1} と遷移確率 $q_{R,R'}$ との積 $P_{R,R',p}$ を求める (手順1)。

次に、時刻 t_p よりも前の時刻 t_{-n} , …… , t_{-3} , t_{-2} , t_{-1} における実統計データ M_{-n} , …… , M_{-3} , M_{-2} , M_{-1} から、時刻 t_p における予測出現割合 S_{Rp} を求める (手順2)。なお、予測出現割合 S_{Rk} の予測方法については、実施の形態1と同様であるので、説明を省略する。

そして、手順1で求めた積 $P_{R,R',p}$ と手順2で求めた予測出現割合 S_{Rp} との積 V_{Rp} を算出し、この積 V_{Rp} を将来の時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合とする (手順3)。

最後に、これらの予測出現割合 V_{Dp} , V_{Wp} , V_{Sp} , V_{Ip} の大きさを比較し、最も大きい路面状態を、所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ であると予測する (手順4)。なお、手順2を先にし手順1を後にしてもよい。

ところで、時刻 t_p における実統計データ M_p が実測された場合には、当然のことながら、時刻 t_p は「直前の時刻 t_{-1} 」となり、時刻 t_{-1} が時刻 t_{-2} となり

、最初の時刻 t_{-n} が時刻 t_{-n-1} となる（過去の時刻が1つ増える）。

図15では、時刻 t_{-k} における予測出現割合を $S_{Rp=-k}$ とし、時刻 t_{-k} における実測値である出現割合 S_{R-k} と区別している。予測出現割合 $S_{Rp=-k}$ は、時刻 t_k における実統計データ M_k が実測された時点で、出現割合 S_{R-k} に置き換えられる。

このような操作を繰り返すことにより、更に将来の時刻 t_q ($t_q > t_p$) での路面状態 $R(t_q)$ を予測することができる。

[0030] なお、前記実施の形態5では、積 $P_{R,R'p}$ と予測出現割合 S_{Rp} との積を将来の時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 V_{Rp} としたが、予測出現割合 S_{Rp} に代えて、各路面状態に対応するモデルである基準マップ M_{R0} における基準出現割合 $P_{RR'}$ と予測出現割合 S_{Rp} との適合度 J_{Rp} を用いてもよい。適合度 J_{Rp} は、実施の形態3の場合と同様に、以下の式(9)により算出される。

$$J_{Rp} = \exp \left\{ - \left(|S_{Dp} - P_{RD0}|^2 + |S_{Wp} - P_{RW0}|^2 + |S_{Sp} - P_{RS0}|^2 + |S_{Ip} - P_{RI0}|^2 \right) \right\} \dots \dots (9)$$

また、前記実施の形態5では、予測出現割合として、実施の形態1で求めた予測出現割合 S_{Rp} を用いたが、実施の形態2で求めた天候モデルにより補正した予測出現割合 S_{Rpz} 、もしくは、実施の形態3で求めた、路面状態毎の基準マップ M_{R0} と天候モデルとを用いて補正した予測出現割合 S_{Rpz} を用いて路面状態 R の予測出現割合 V_{Rp} を求めれば、天候の変化を考慮した予測を行うことができるので、将来の路面状態を更に精度よく予測することができる。

なお、天候の変化を考慮した予測を行う方法としては、気象予報データである天候、もしくは、天候と気温毎に遷移モデル T_{RT} を作成し、この遷移モデル T_{RT} と、直前予測出現割合 V_{R-1} と、予測出現割合 S_{Rp} とを用いて、将来の時刻 t_p における路面状態 R の予測出現割合 V_{Rp} を求めるようにしてもよい。

[0031] 前記実施の形態4では、予め求めておいた遷移モデル T_R と時刻 t_{-1} における出現割合 S_{R-1} とから、将来の時刻 t_p における路面状態 $R(t_p)$ の予測出現割合 S_{Rpt} を予測したが、遷移モデル T_R を、実統計データ M_k の遷移状態に応じて変更すれば、路面状態 $R(t_p)$ の予測精度を更に向上させることができる。

以下、遷移モデル T_R の変更方法について説明する。

まず、実測データである時刻 t_{-1} における出現割合 S_{R-1} が、時刻 t_{-1} の直前の時刻である時刻 t_{-2} における出現割合 S_{R-2} とからどのように変化したか調べる。

例えば、図16に示すように、時刻が t_{-2} から t_{-1} になったときに、DRY路面の出現割合が $S_{D-2}=0.7$ から $S_{D-1}=0.6$ に減少し、WET路面の出現割合が $S_{W-2}=0.1$ から $S_{W-1}=0.2$ に増加したとする（SNOWとICEについては変化なし）。

ここで、実測データにおける路面状態 R の出現割合の変化率を、 $v_{R-k} = S_{R-k} / S_{R-k-1}$ とすると、 $v_{D-1}=0.86$ 、 $v_{W-1}=2.0$ 、 $v_{S-1}=v_{I-1}=1.00$ である。

そこで、遷移モデル T_D におけるDRY路面の状態が継続する確率を、 $q_{D,D}=0.7$ から、 $u_{D,D}=v_{D-1} \cdot q_{D,D}=0.6$ に変更し、DRY路面であったものがWET路面となる遷移確率を、 $q_{D,W}=0.2$ から $u_{D,W}=v_{W-1} \cdot q_{D,W}=0.4$ に変更した後、変更後の遷移確率の総和が1となるように、 $u_{D,R}$ を規格化する。

上記の操作を、他の遷移モデル T_W 、 T_S 、 T_I についても行うことで、遷移モデル T_R を変更する。

以下、変更後の遷移モデルを U_R とし、路面状態が R から R' に遷移する確率を $u_{R,R'}$ とする。

次に、時刻 t_{-1} における推定路面状態が R である出現割合 S_{R-1} を、上記の遷移確率 $u_{R,R'}$ を用いて補正して、出現割合予測値 S_{RpT} を算出する。

出現割合予測値 S_{RpT} の算出式を以下の式(10)に示す。

$$S_{RpT} = S_{D-1} \cdot u_{D,R} + S_{W-1} \cdot u_{W,R} + S_{S-1} \cdot u_{S,R} + S_{I-1} \cdot u_{I,R} \dots\dots (10)$$

)

出現割合予測値 S_{RpT} は、路面状態 R 毎に算出する。

路面状態予測手段34では、これらの出現割合予測値 S_{DpT} 、 S_{WpT} 、 S_{SpT} 、 S_{IpT} が最も大きい路面状態を、所定の範囲内の場所 L_k の、時刻 t_p における路面

状態 $R_T(t_p)$ であると予測する。

このように、路面状態の遷移確率 $q_{R,R'}$ を、過去のデータ（実統計データ M_k ）の遷移状態に応じて変更したので、将来の時刻 t_p での路面状態 $R_t(t_p)$ の予測精度を更に向上させることができる。

[0032] なお、前記実施の形態6では、時刻 t_{-2} における出現割合 S_{R-2} と時刻 t_{-1} における出現割合 S_{R-1} との変化率 v_R を用いて、遷移モデル T_R を変更したが、時刻 t_{-1} よりも前の連続する複数の時刻 $t_{-m}, \dots, t_{-3}, t_{-2}$ における出現割合の変化率 $v_{R-m}, \dots, v_{R-2}, v_{R-1}$ を用いて遷移モデル T_R を変更してもよい。上記のように、路面状態 R の出現割合の変化率は、 $v_{R-k} = S_{R-k} / S_{R-k-1}$ により算出される。

具体的には、時刻 $t_{-m} \sim t_{-1}$ までの出現割合の変化率 $v_{R-m}, \dots, v_{R-2}, v_{R-1}$ の時間変化を、 n 次関数 $g_R(t)$ ($n \geq 3$) で近似し、 $t = t_p$ における近似関数 (n 次関数) の関数值 $g_R(t_p)$ をそれぞれ求めた後、これらの4つの関数值 $g_R(t_p)$ から、時刻 t_p における出現割合の変化率 v_{R0} を求める。そして、出現割合の変化率 v_{R0} を用いて路面状態が R から R' に遷移する確率 $u_{R,R'}$ を算出することで、遷移モデル T_R を変更する。

あるいは、出現割合の変化率 $v_{R-m}, \dots, v_{R-2}, v_{R-1}$ の平均値や一次結合を時刻 t_p における出現割合の変化率 v_{R0} とするなど、出現割合の変化率 v_{R-k} の演算式を用いて、時刻 t_p における出現割合の変化率 v_{R0} を求めてもよい。

また、前記実施の形態6では、時刻 t_{-1} における出現割合 S_{R-1} と遷移確率 $u_{R,R'}$ とを用いて出現割合予測値 S_{RpT} を算出したが、時刻 t_{-1} における予測出現割合である直前予測割合 V_{R-1} と遷移確率 $u_{R,R'}$ とを用いて路面状態を予測してもよい。

また、遷移確率 $u_{R,R'}$ を、地形や、天気予報として提供される天候や気温などの情報に応じて変更してもよい。

[0033] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は前記実施の形態に記載の範囲には限定されない。前記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者にも明らかである。そ

のような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲から明らかである。

[0034] 例えば、前記実施の形態1～6では、推定路面状態の統計データを、DRY路面、WET路面、SNOW路面、ICE路面の4つの状態について求めることに限定されるものではなく、路面摩擦係数 μ により分けたり、「高 μ 路 ($\mu \geq 0.7$)」、「中 μ 路 ($0.3 < \mu < 0.7$)」、「低 μ 路 ($\mu \leq 0.3$)」などに分けてもよい。

[0035] また、前記実施の形態1～6では、複数台の車両 W_i にそれぞれ設けられた路面状態推定手段13で推定された、時刻 $t_{-10} \sim t_{-1}$ までの推定路面状態がRである出現割合 S_{Rk} の時間変化から、時刻 t_p における路面状態Rの出現割合の予測値 S_{Rp} を求めたが、路面状態推定手段13に代えて、路面状態Rの推定に用いられる路面推定判定値Kを推定する判定値推定手段を各車両 W_i に設け、時刻 $t_{-10} \sim t_{-1}$ までの路面推定判定値 K_k から、時刻 t_p における路面推定判定値の予測値 K_p を求め、この予測値 K_p から、時刻 t_p における路面状態 R_p を予測してもよい。

[0036] また、前記実施の形態1～6では、路面状態推定手段13を車両 W_i 毎に設けたが、路面状態推定手段13を路面状態管理センター2に設け、車両 W_i 毎に設け車両 W_i からは、路面状態の推定に用いる複数の帯域値（加速度波形から検出される特定周波数帯域の振動レベル）、もしくは、帯域値の演算値を路面状態管理センター2に送る構成としてもよい。

これにより、タイヤ40内に路面状態推定手段13を設けなくて済むので、タイヤ内のシステムを軽量化できる。

[0037] また、前記実施の形態1～6では、路面状態推定手段13として、カーネル関数を用いた識別関数の値から路面状態がDRY路面、WET路面、SNOW路面、ICE路面のいずれかであるかを推定する構成の路面状態判別装置を用いたが、加速度センサ11で検出した加速度の時系列波形を周波数分析して得られた振動スペクトルの振動レベルと、予め求めておいた路面摩擦係数 μ と振動レベルとの関係を示すG-テーブルとを比較して、路面摩擦係

数 μ を推定する構成の路面状態推定装置や、タイヤもしくはリムに取付けられた加速度センサの時系列波形から路面状態を推定する構成の路面状態推定装置など、他の構成の路面状態推定手段を用いてもよい。

あるいは、走行中のタイヤから発生するタイヤ発生音を検出し、この検出されたタイヤ発生音の設定周波数範囲内の音圧レベルの平均値と基準値音圧レベルと比較することにより、路面がかなり濡れたアスファルト路か、やや濡れたアスファルト路か、乾いたアスファルト路か、もしくは、氷路かを推定する構成の路面状態推定手段を用いてもよい。

[0038] 本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、車両に搭載された車載センサにより、走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得するステップと、前記車両情報を用いて演算される、路面状態の推定に用いられる路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測するステップとを備えた路面状態予測方法であって、前記路面状態を予測するステップでは、所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて演算された路面推定判定値の時間変化、もしくは、推定路面状態の時間変化から、前記所定の範囲内の場所における路面状態の出現割合である路面状態毎の予測出現割合 S_{Rp} を算出した後、前記算出された予測出現割合 S_{Rp} から、前記所定の範囲内の場所における路面状態を予測することを特徴とする。

時刻 t_k の添字 k は、 $k < 0$ の場合が現在の時刻 t_0 よりも前の時刻（過去）で、 $k > 0$ の場合が現在の時刻 t_0 よりも後の時刻（将来）である。なお、現在の時刻 $t = t_0$ では、車両情報はまだ得られていないものとする。また、予測する所定の範囲内の場所における路面状態とは、現在の時刻 t の時刻である時刻 t_p （ $p > 0$ ）における路面状態である将来の路面状態 $R(t_p)$ を指す。

また、時刻 t_k における路面推定判定値（あるいは、推定路面状態）は、時刻 t_k を含む時間幅が Δt_k の時間内（例えば、 $t_k - \Delta t_k / 2 \leq t \leq t_k + \Delta t_k / 2$ ）に取得した路面推定判定値（あるいは、推定路面状態）を指す。

このように、所定の範囲内の場所において取得された複数の時刻における路面推定判定値、もしくは、推定路面状態の時間変化を用いて、所定の範囲内の場所における将来における路面状態を予測したので、将来の路面状態を精度よく予測することができる。

[0039] また、本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、前記予測された所定の範囲内の場所における路面状態の予測出現割合 S_{Rp} を、予め設定された推定路面状態の遷移確率 $q'_{RR'}$ 、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率 $q_{RR'}$ と、路面状態を予測する時刻 t_p よりも前の時刻 t_{-1} の予測出現割合である直前出現割合 V_{R-1} とを用いて補正して、予測出現割合 S_{Rp} の補正值である出現割合予測値 V_{Rp} を算出することを特徴とする。

このように、予め設定された推定路面状態の遷移確率 $q'_{RR'}$ 、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率 $q_{RR'}$ と、既に算出されている直前出現割合 V_{R-1} とを用いて、前記所定の範囲内の場所における予測出現割合 S_{Rp} を補正すれば、将来の路面状態を精度よく予測することができる。

[0040] また、本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、車両に搭載された車載センサにより、走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得するステップと、前記車両情報を用いて演算される、路面状態の推定に用いられる路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測するステップとを備えた路面状態予測方法であって、前記路面状態を予測するステップでは、所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて推定された推定路面状態と、予め設定された推定路面状態の遷移確率、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率とから、前記所定の範囲内の場所における所定の時刻よりも後の時刻の路面状態を予測することを特徴とする。

このように、予め設定された推定路面状態の遷移確率 $q'_{RR'}$ 、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率 $q_{RR'}$ を用いて、時刻 t_p における路面状態を予測したので、時刻 t_p における路面状態を容易に予測することができる。

また、本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、前記予め設定された推定路面状態の遷移確率 $q'_{RR'}$ 、もしくは、前記予め求めておいた推定路面状態の遷移確率を、路面状態を予測する時刻よりも前の時刻において取得された車両情報に基づいて推定された路面状態の出現割合を用いて補正することを特徴とする。

このように、推定路面状態の $q'_{RR'}$ もしくは遷移確率 $q_{RR'}$ を、実際に求めた路面状態の出現割合により補正すれば、将来の路面状態の予測精度を更に向上させることができる。

[0041] また、前記予測された路面状態 $R(t_p)$ を、天候、気温、降雨量、風速、日照時間等の天気予報の情報に基づいて補正することを特徴とする。

ここで、補正するとは、予測された路面状態が、天気予報として提供される天候や気温などの情報により変化するか否か、また、変化した場合には、どの路面状態になるかを予測することを指す。

このように、気象予報の情報に基づいて予測された路面状態を補正するようにしたので、路面状態の予測精度を更に向上させることができる。

また、補正に用いる情報としては、他の所定の範囲内の場所の路面状態の推定結果などがある。具体的には、過去の条件（天候、交通量、路面状態の推定結果など）において、所定の範囲内の場所 A と相関がある他の所定の範囲内の場所 B の路面状態の推定結果を用いて、所定の範囲内の場所 A での推定結果を補正することができる。

[0042] また、本発明の一態様にかかる路面状態予測方法は、前記予測された路面状態 $R(t_p)$ を用いて、予測した時刻 t_p よりも更に後の時刻 t_q ($t_q > t_p$) の路面状態 $R(t_q)$ を予測することを特徴とする。

このように、予測された結果を用いて再度路面状態を予測することを繰り返すことで、更に将来の路面状態を予測することができる。

[0043] なお、上記発明の概要は、本発明の必要な全ての特徴を列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となり得る。

産業上の利用可能性

[0044] 以上説明したように、本発明によれば、前記所定の時間内かつ所定の範囲内の場所における路面状態を精度よく判別定することができるので、この判別結果を、所定の範囲内の場所を走行する車両に通知するなどすれば、車両の走行安全性を向上させることができる。

符号の説明

[0045] 1 路面状態予測システム、2 路面状態管理センター、
 $W_1 \sim W_N$ 車両、11 加速度センサ、12 GPS装置、
13 路面状態推定手段、14 車両情報収集手段、15 送信機、
16 受信機、20 サーバー、21 受信機、22 データ記憶手段、
23 送信機、30 路面状態予測装置、31 統計データ作成手段、
32 判別結果記憶手段、33 予測統計データ作成手段、
34 路面状態予測手段、35 天候補正手段、
35a 気象予報データ取得部、35b 天候モデル記憶部、
35c 天候補正部、36 予測値補正手段、36a 遷移モデル記憶部、
36b 出現割合予測値算出部、36c 予測値補正部、
40 タイヤ、41 インナーライナー部、42 タイヤ気室、
43 トレッド、44 リム。

請求の範囲

- [請求項1] 車両に搭載された車載センサにより、走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得するステップと、前記車両情報を用いて演算される、路面状態の推定に用いられる路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測するステップとを備えた路面状態予測方法であって、
- 前記路面状態を予測するステップでは、
- 所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて演算された路面推定判定値の時間変化、もしくは、推定路面状態の時間変化から、前記所定の範囲内の場所における路面状態の出現割合である路面状態毎の予測出現割合を算出した後、
- 前記算出された予測出現割合から、前記所定の範囲内の場所における路面状態を予測することを特徴とする路面状態予測方法。
- [請求項2] 前記予測された所定の範囲内の場所における路面状態の予測出現割合を、予め設定された推定路面状態の遷移確率、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率と、路面状態を予測する時刻よりも前の時刻の予測出現割合である直前出現割合とを用いて補正することを特徴とする請求項1に記載の路面状態予測方法。
- [請求項3] 車両に搭載された車載センサにより、走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得するステップと、前記車両情報を用いて演算される、路面状態の推定に用いられる路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測するステップとを備えた路面状態予測方法であって、
- 前記路面状態を予測するステップでは、
- 前記所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて推定された推定路面状態と、予め設定された推定路面状態の遷移

確率、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率とから、前記所定の範囲内の場所における所定の時刻よりも後の時刻の路面状態を予測することを特徴とする路面状態予測方法。

[請求項4] 前記予め設定された推定路面状態の遷移確率、もしくは、前記予め求めておいた推定路面状態の遷移確率を、路面状態を予測する時刻よりも前の時刻において取得された車両情報に基づいて推定された路面状態の出現割合を用いて補正することを特徴とする請求項3に記載の路面状態予測方法。

[請求項5] 前記予測された路面状態または前記補正された路面状態を、天気予報の情報に基づいて補正することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の路面状態予測方法。

[請求項6] 前記予測された路面状態または前記補正された路面状態を用いて、予測した時刻よりも更に後の時刻の路面状態を予測することを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の路面状態予測方法。

[請求項7] 車両に搭載されて走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得する車載センサと、前記車両情報を用いて演算される路面状態を推定するための路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測する路面状態予測装置とを備えた路面状態予測システムであって、
前記路面状態予測装置は、
所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて演算された路面推定判定値の時間変化、もしくは、推定路面状態の時間変化から、前記所定の範囲内の場所における路面状態の出現割合である路面状態毎の予測出現割合を算出する予測出現割合算出手段と、前記算出された予測出現割合から、前記所定の範囲内の場所における路面状態を予測する路面状態予測手段とを備えることを特徴とする路面状態予測システム。

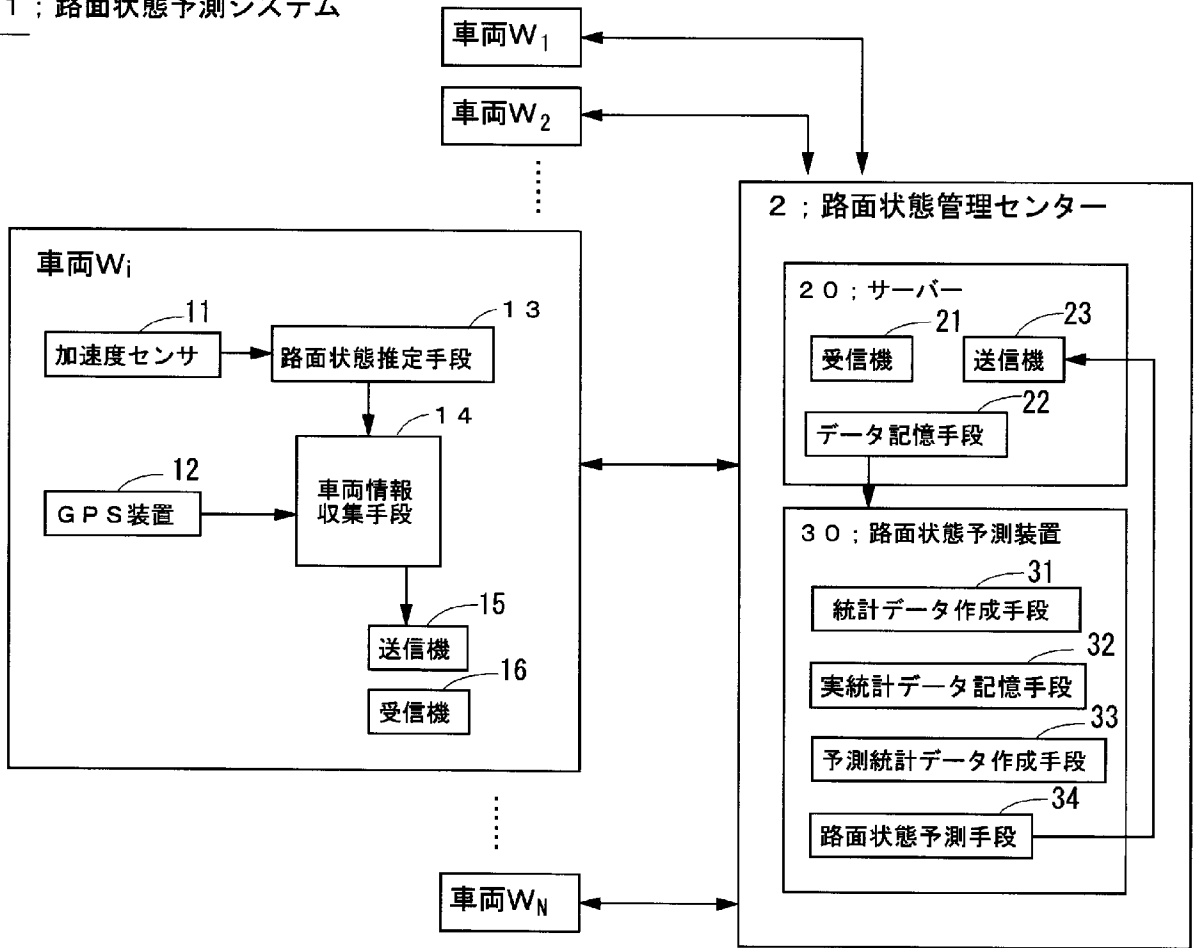
[請求項8] 車両に搭載されて走行時の前記車両の挙動の情報である車両情報を取得する車載センサと、前記車両情報を用いて演算される路面状態を推定するための路面推定判定値、もしくは、前記路面推定判定値を用いて推定された推定路面状態を用いて、所定範囲内の場所の路面状態を予測する路面状態予測装置とを備えた路面状態予測システムであって、

前記路面状態予測装置は、

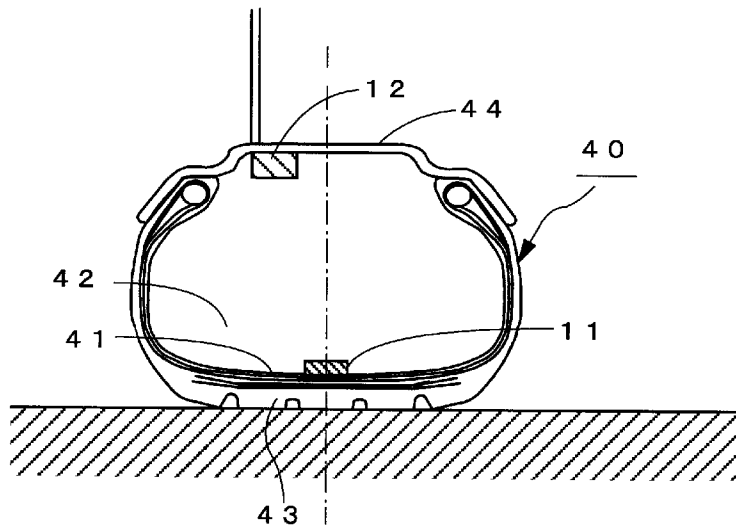
前記所定の範囲内の場所を通過した車両にて取得された車両情報を用いて推定された推定路面状態と、予め設定された推定路面状態の遷移確率、もしくは、予め求めておいた推定路面状態の遷移確率とから、前記所定の範囲内の場所における所定の時刻よりも後の時刻の路面状態を予測することを特徴とする路面状態予測システム。

[図1]

1 ; 路面状態予測システム

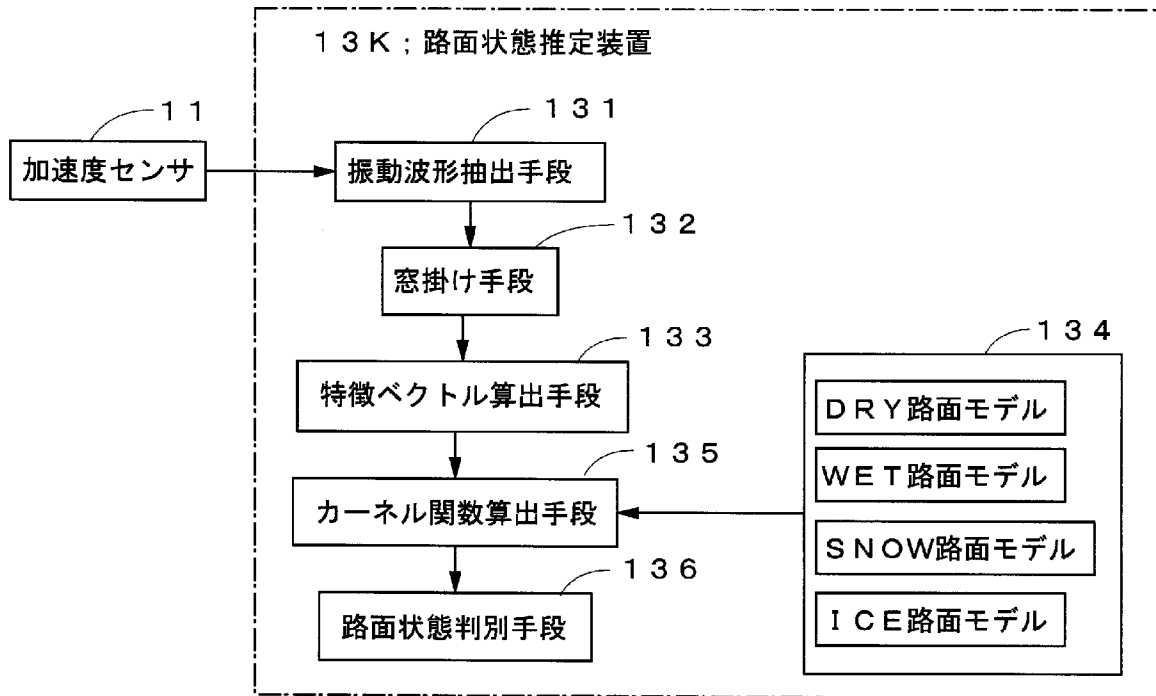


[図2]

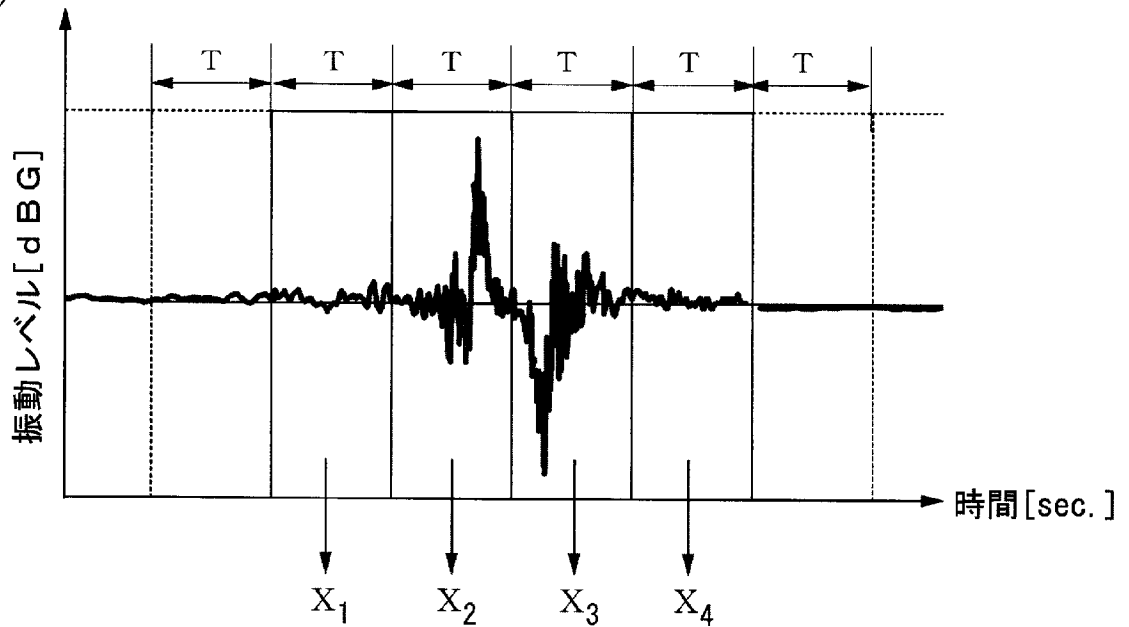


[図3]

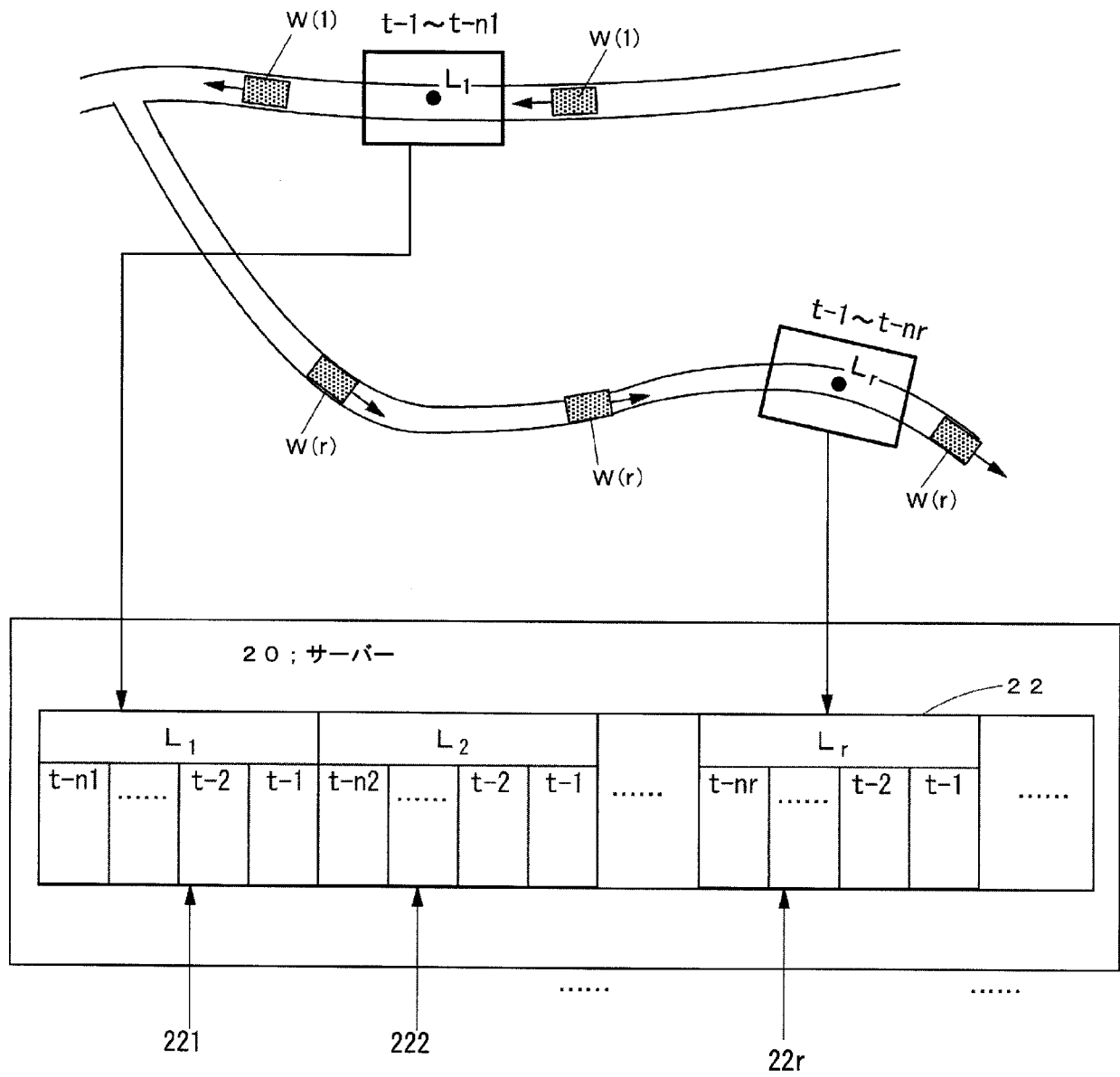
(a)



(b)



[図4]



[図5]

(a)

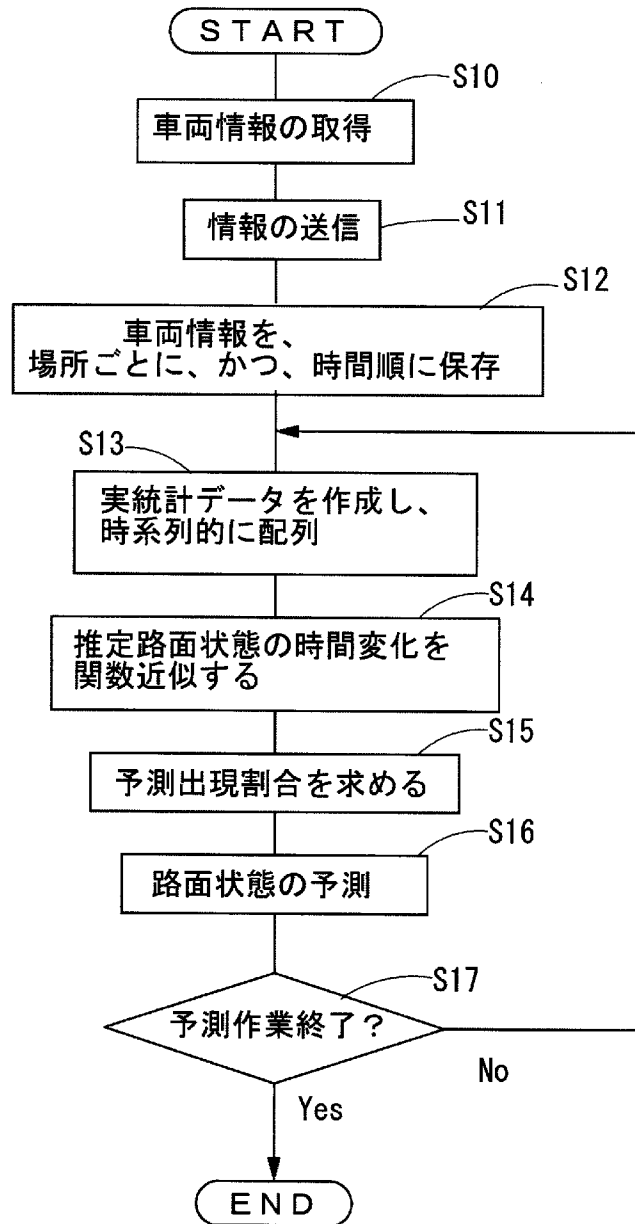
実績計データ 時刻 出現割合	M ₋₁₀ t ₋₁₀	M ₋₉ t ₋₉	M ₋₈ t ₋₈	M ₋₇ t ₋₇	M ₋₆ t ₋₆	M ₋₅ t ₋₅	M ₋₄ t ₋₄	M ₋₃ t ₋₃	M ₋₂ t ₋₂	M ₋₁ t ₋₁
DRY ; S _{D-k}	0.73	0.80	0.88	0.75	0.70	0.71	0.60	0.58	0.55	0.50
WET ; S _{W-k}	0.22	0.12	0.10	0.20	0.23	0.20	0.39	0.40	0.41	0.45
SNOW ; S _{S-k}	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02
ICE ; S _{I-k}	0.02	0.04	0.01	0.03	0.04	0.04	0.00	0.01	0.01	0.03

(b)

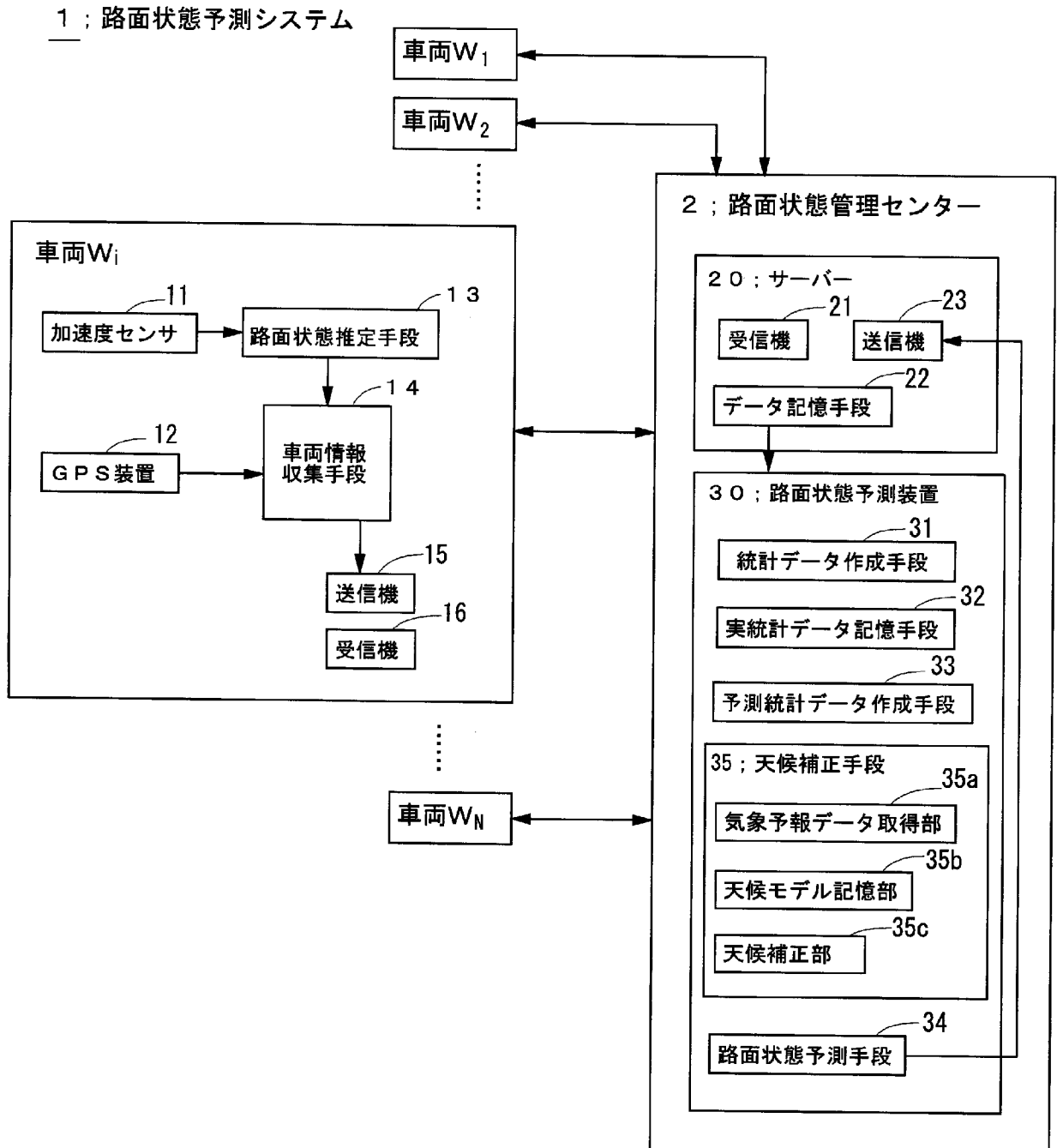
M_{pc}

	t = t _p での予測結果
DRY ; S _{Dp}	0.51
WET ; S _{Wp}	0.43
SNOW ; S _{Sp}	0.02
ICE ; S _{Ip}	0.04

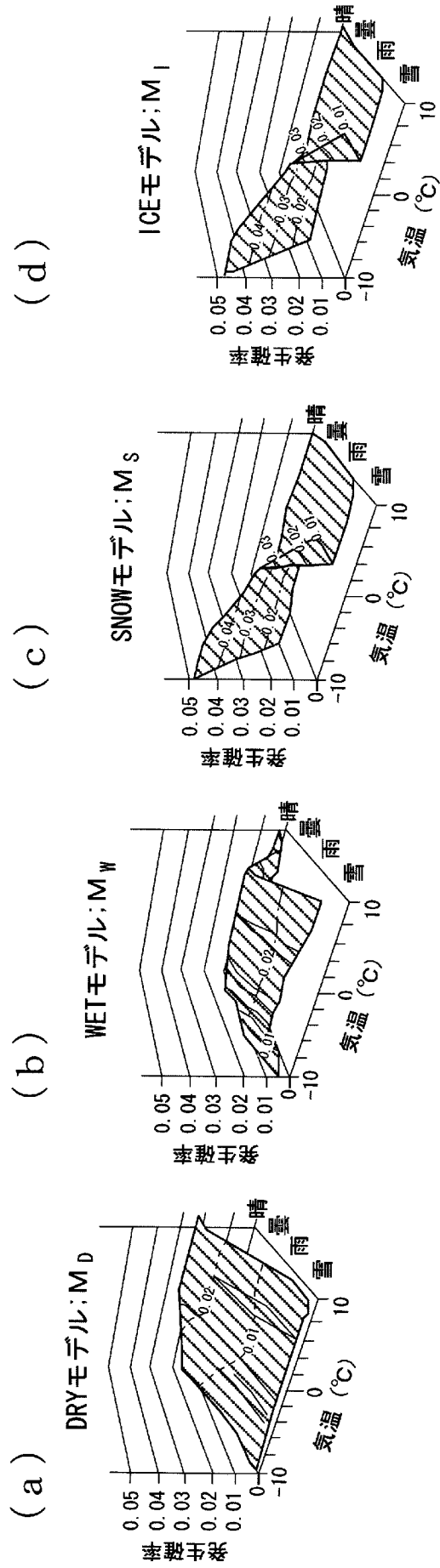
[図6]



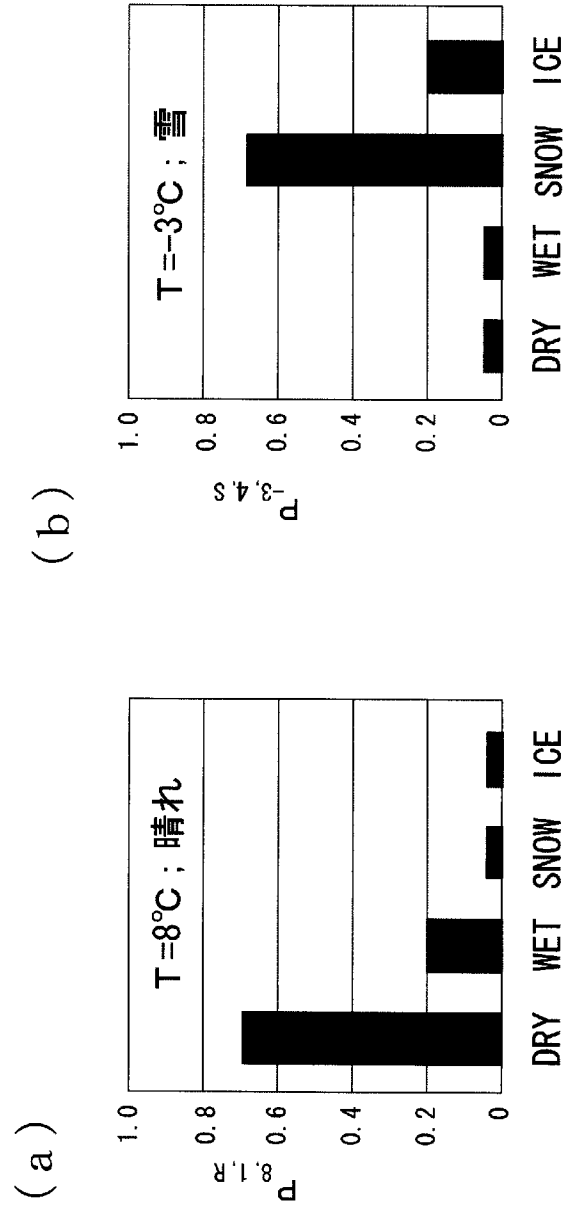
[図7]



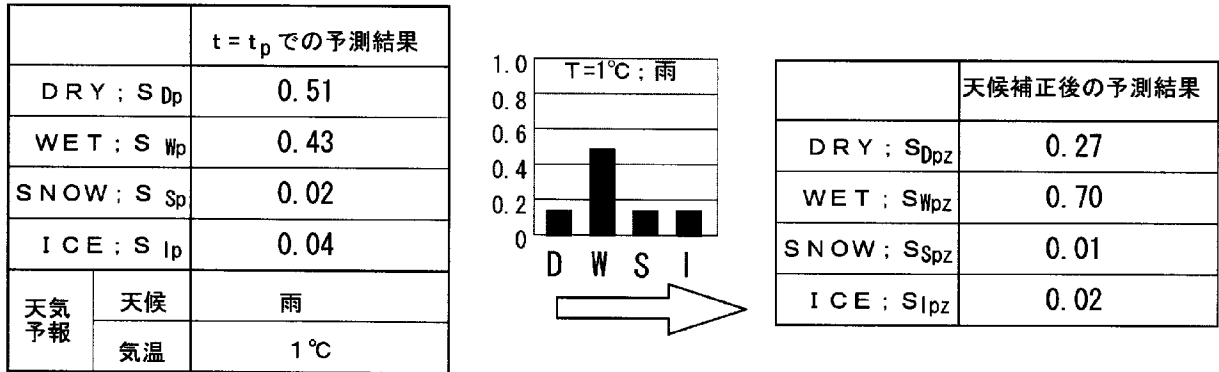
[図8]



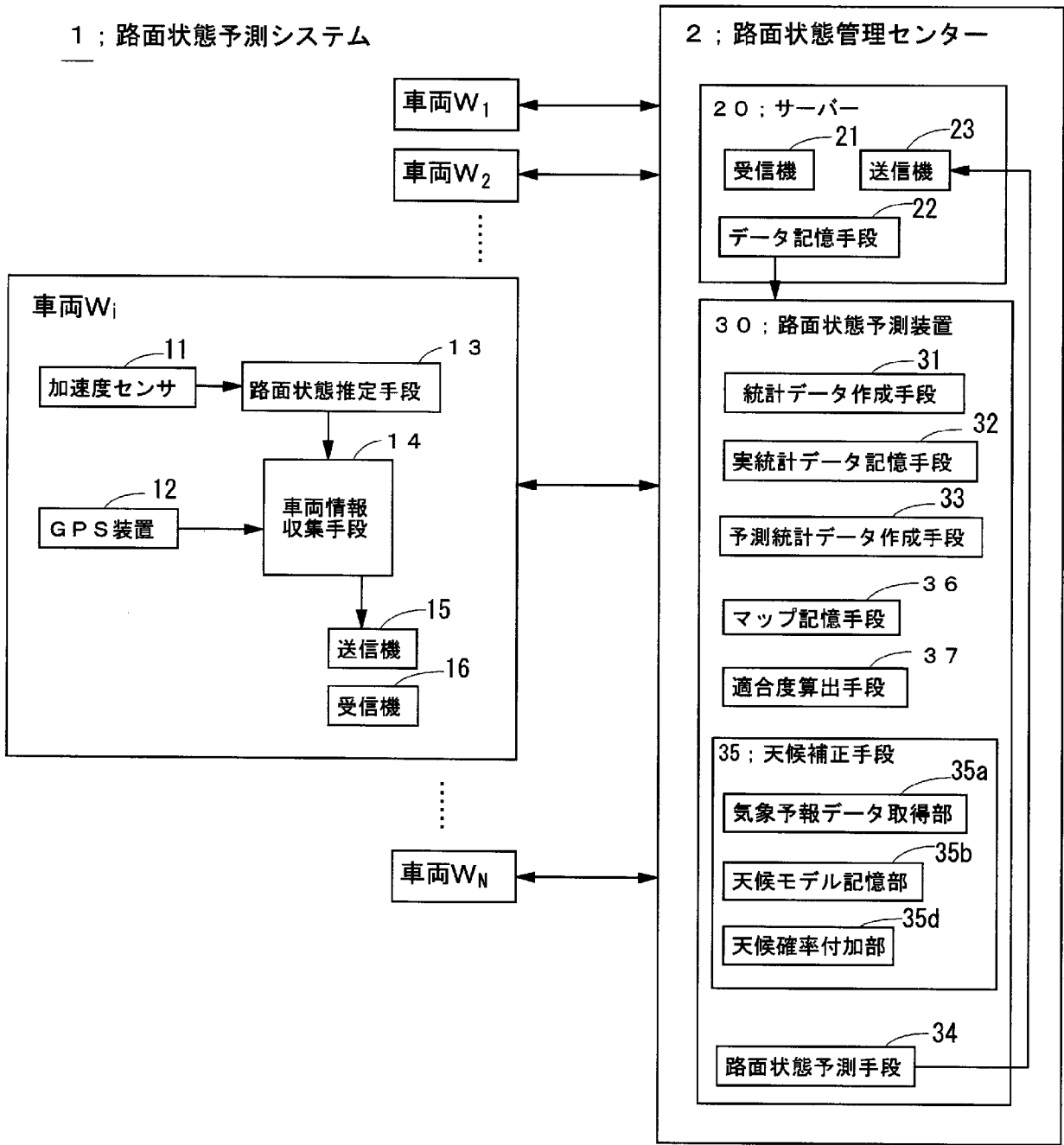
[図9]



[図10]

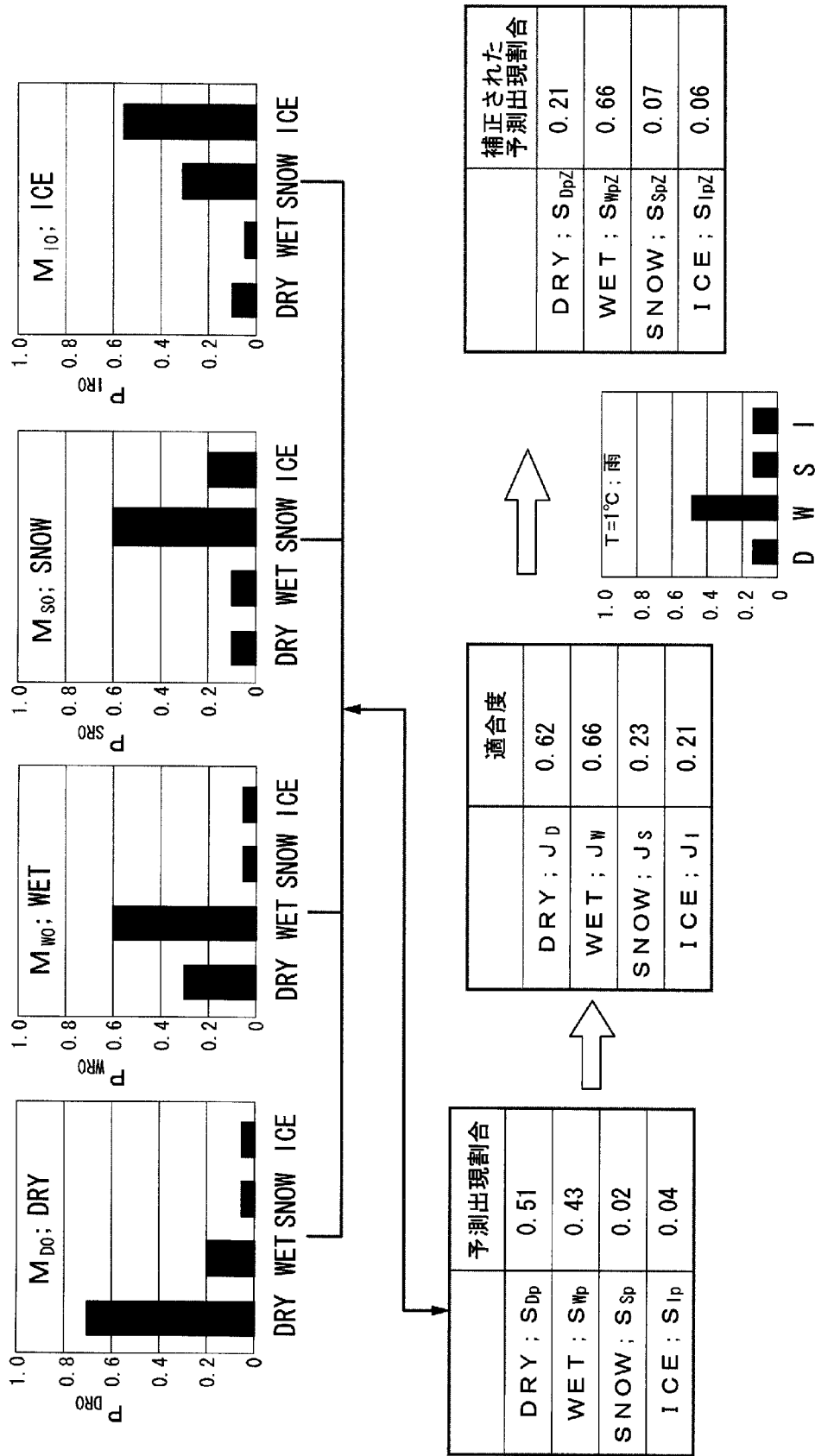


[図11]



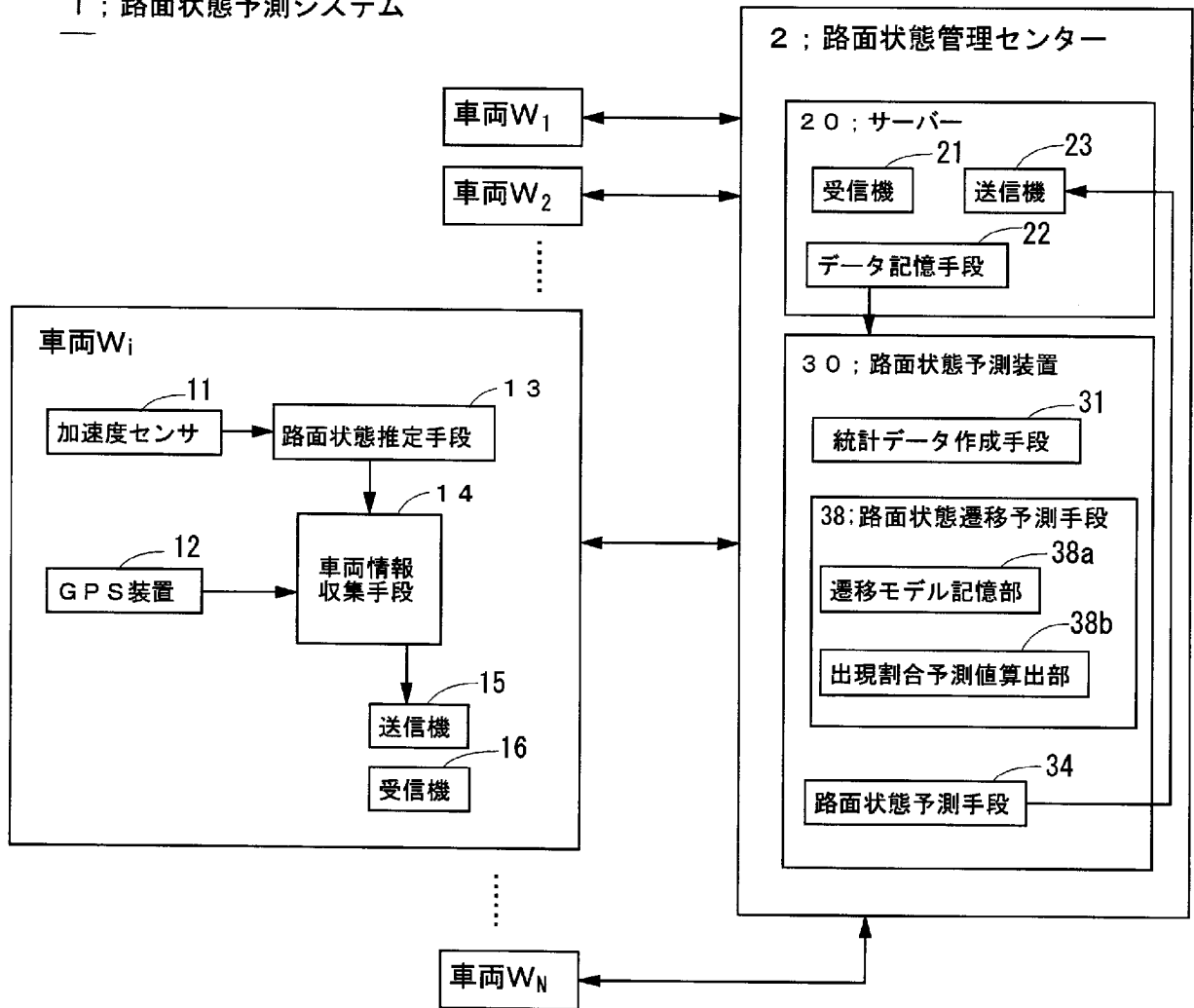
[図12]

基準マップ

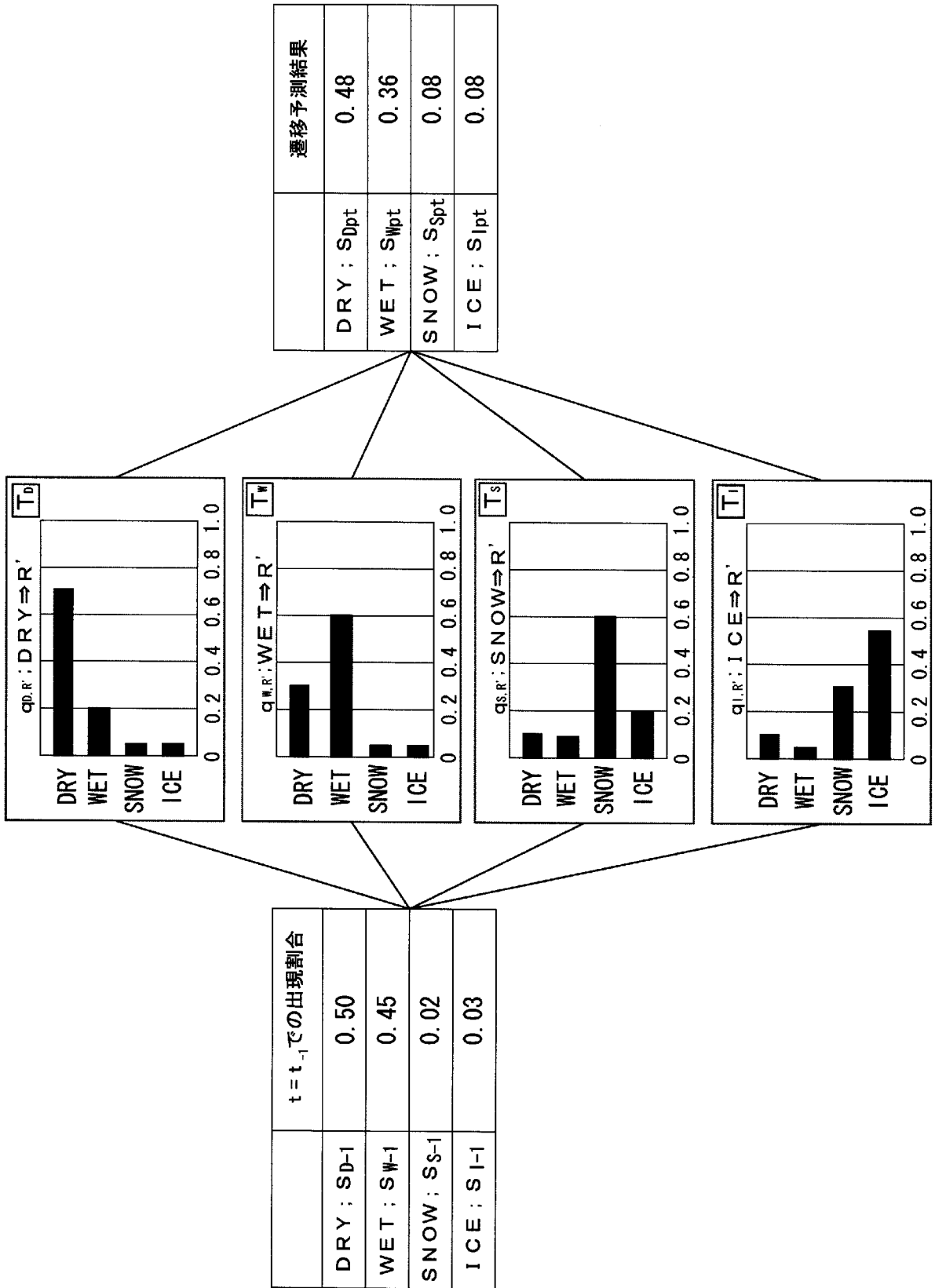


[図13]

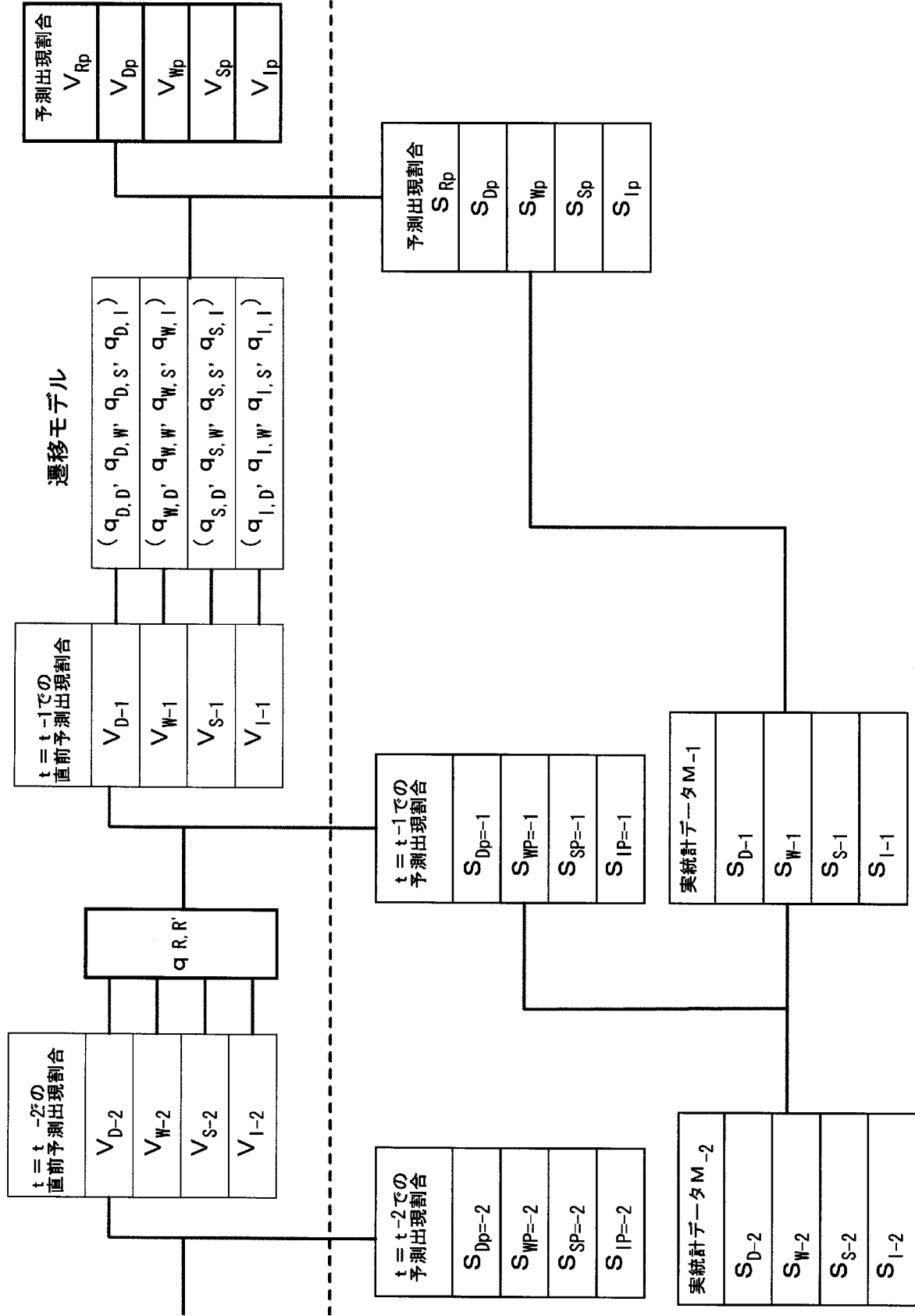
1 ; 路面状態予測システム



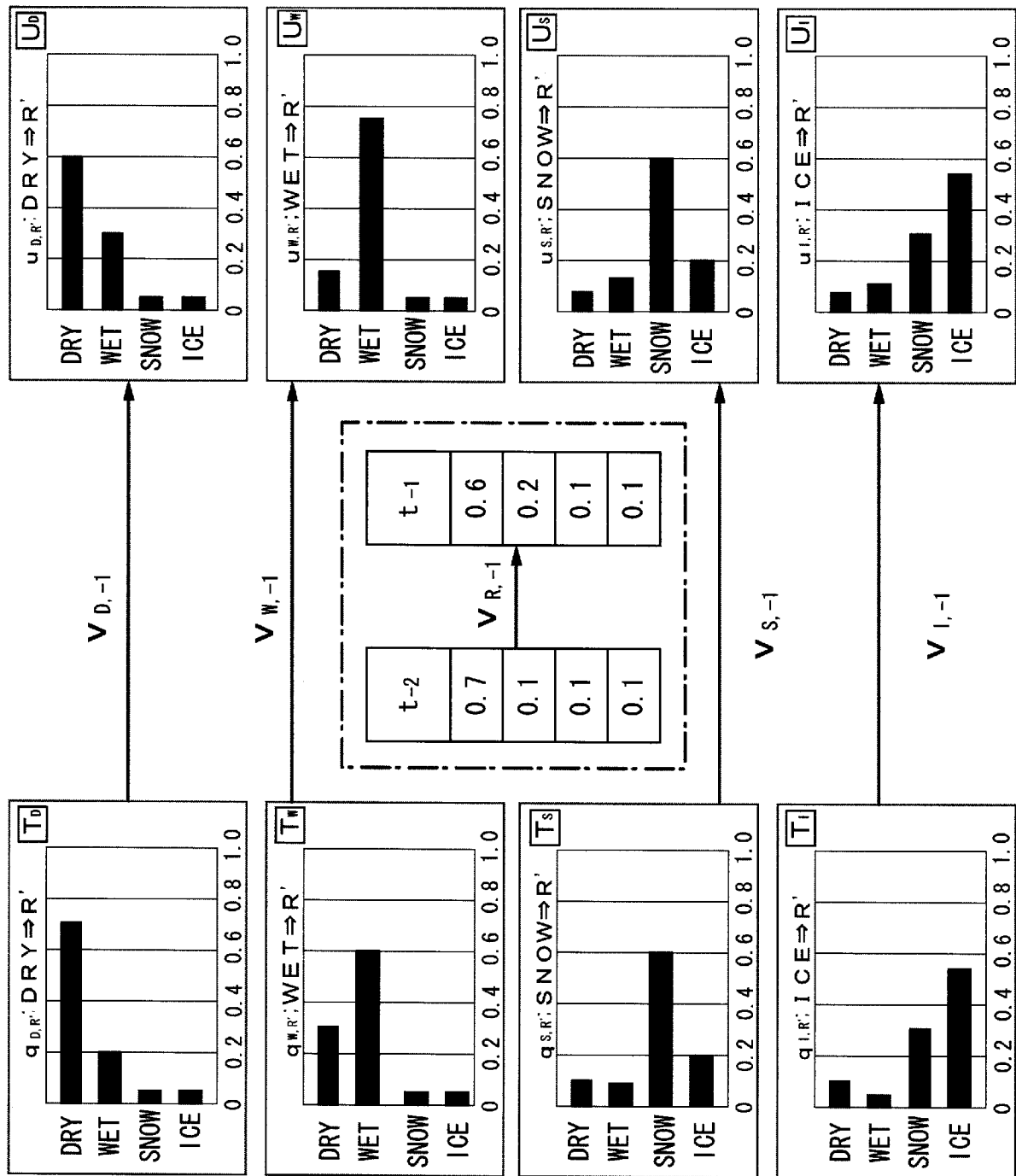
[図14]



[図15]



[16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/079029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01W1/10(2006.01)i, B60T8/172(2006.01)i, G08G1/01(2006.01)i, G08G1/13(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01W1/00-1/10, B60T8/172, G08G1/01, G08G1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-017502 A (Japan Weather Association), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2004-198188 A (Yokogawa Denshikiki Co., Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2006-030139 A (Japan Weather Association), 02 February 2006 (02.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 December 2015 (25.12.15)	Date of mailing of the international search report 12 January 2016 (12.01.16)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/079029

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6919821 B1 (NAVTEQ NORTH AMERICA, LLC), 19 July 2005 (19.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2009/0312943 A1 (KELLY, Terence F. et al.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2014/0081573 A1 (GOOGLE INC.), 20 March 2014 (20.03.2014), entire text; all drawings & JP 2015-535204 A & WO 2014/047250 A1 & EP 2897845 A1 & KR 10-2015-0058431 A & CN 104768822 A	1-8
A	JP 2011-242303 A (Bridgestone Corp.), 01 December 2011 (01.12.2011), entire text; all drawings & US 2013/0116972 A1 & WO 2011/145356 A1 & EP 2573594 A1 & CN 103003110 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01W1/10(2006.01)i, B60T8/172(2006.01)i, G08G1/01(2006.01)i, G08G1/13(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01W1/00-1/10, B60T8/172, G08G1/01, G08G1/13		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-017502 A（財団法人日本気象協会） 2006.01.19, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-8
A	JP 2004-198188 A（横河電子機器株式会社） 2004.07.15, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25.12.2015	国際調査報告の発送日 12.01.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 北川 創	2 J 9804
電話番号 03-3581-1101 内線 3252		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-030139 A (財団法人日本気象協会) 2006.02.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 6919821 B1 (NAVTEQ NORTH AMERICA, LLC,) 2005.07.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2009/0312943 A1 (KELLY, Terence F. et al.) 2009.12.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2014/0081573 A1 (GOOGLE INC.,) 2014.03.20, 全文、全図 & JP 2015-535204 A & WO 2014/047250 A1 & EP 2897845 A1 & KR 10-2015-0058431 A & CN 104768822 A	1-8
A	JP 2011-242303 A (株式会社ブリヂストン) 2011.12.01, 全文、全図 & US 2013/0116972 A1 & WO 2011/145356 A1 & EP 2573594 A1 & CN 103003110 A	1-8