

(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
2013年7月25日(25.07.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/108406 A1

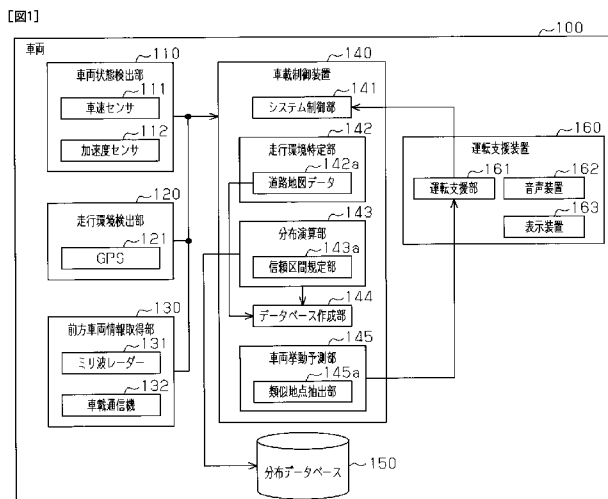
- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051271
- (22) 国際出願日: 2012年1月20日(20.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社(TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小野 佐弥香(ONO, Sayaka) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VEHICLE BEHAVIOR PREDICTION DEVICE AND VEHICLE BEHAVIOR PREDICTION METHOD, AND DRIVING ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置



(57) Abstract: In order to provide a vehicle behavior prediction device and a vehicle behavior prediction method, and a driving assistance device that uses said vehicle behavior prediction device, which enables vehicle behavior to be predicted in a highly accurate manner, a vehicle control device (140) is installed in a vehicle (100). This vehicle control device (140) is provided with a distribution calculation unit (143) and a vehicle behavior prediction unit (145). The distribution calculation unit (143) determines, on the basis of driving condition information that has been collected, probability distributions for when deceleration behavior occurs and does not occur. The vehicle behavior prediction unit (145) determines the relative positional relationships between the driving speed and acceleration distributions, and, on the basis of the relative positional relationships that have been determined, predicts the behavior of a vehicle that is subject to prediction.

(57) 要約:

[続葉有]

- | | |
|--|---|
| 100 Vehicle | 142a Road map data |
| 110 Vehicle state detection unit | 143 Distribution calculation unit |
| 111 Vehicle speed sensor | 143a Confidence interval specification unit |
| 112 Acceleration sensor | 144 Database creation unit |
| 120 Driving environment detection unit | 145 Vehicle behavior unit |
| 130 Forward vehicle information acquisition unit | 145a Similar point extraction |
| 131 Millimeter wave radar | 150 Distribution database |
| 132 Onboard communication device | 160 Driving assistance device |
| 140 Onboard control device | 161 Driving assistance unit |
| 141 System control unit | 162 Audio device |
| 142 Driving environment identification unit | 163 Display device |



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

車両挙動の高精度な予測を可能とする車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに該車両挙動予測装置を用いた運転支援装置を提供するために、車両（１００）には車載制御装置（１４０）が搭載される。車載制御装置（１４０）は分布演算部（１４３）と車両挙動予測部（１４５）とを備え、分布演算部（１４３）は、収集した走行状態情報に基づき、減速挙動の発生時及び非発生時の確率分布を求める。車両挙動予測部（１４５）は、この確率分布に対する前方車両の走行速度及び加速度の相対的な位置関係を求め、該求めた相対的な位置関係に基づいて、予測対象とする車両の車両挙動を予測する。

明 細 書

発明の名称：

車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両挙動の予測に適用して有益な車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに該車両挙動予測装置を用いた運転支援装置に関する。

背景技術

[0002] 近年のナビゲーションシステム等は、例えば信号機が設けられた交差点やカーブ等の交通要素を走行する車両のドライバに対し、減速支援をはじめとする各種運転支援を行う。こうしたナビゲーションシステムは、例えば道路上に設けられたインフラ通信機や道路交通情報センター等から配信されるインフラ情報や道路交通情報等から、減速操作等を要する交通要素の存在や信号機の現示サイクルを示す情報を取得し、この取得した情報に基づいて減速支援等の運転支援を行う。

[0003] また、例えば、特許文献 1 に記載の装置は、道路上を走行する車両の走行パターンを、信号機が赤現示であるときの速度変化パターンや信号機が青現示であるときの速度変化パターンに予め分類し、これら分類した速度変化パターンを、車両に搭載された記憶装置に保持させる。さらに同装置は、運転支援の対象とする車両の、進行方向前方を走行する前方車両の速度等を示す情報を取得し、この取得した情報が示す前方車両の速度の推移が、記憶装置に記憶された速度変化パターンのうち、いずれの速度変化パターンに該当するかを特定する。そして同装置は、例えば前方車両の速度変化パターンが、信号機の青現示における速度変化パターンであると特定されると、減速や停止の必要性が低い、として減速支援の実行を抑制する。これにより特許文献 1 に記載の装置は、信号機の現示サイクルに関する情報を用いることなく、信号機の現示に応じた運転支援を行う。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-192177号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献1に記載の装置は、前方車両の速度の推移が例えば信号機の赤現示における速度パターンに一致するときには、一律に、前方車両が赤現示に応じて減速すると予測する。逆に、同装置は、前方車両の速度の推移が、記憶装置に記憶されたいずれの速度パターンにも一致しないときには、一律に、前方車両が減速を行わないとして予測する。

[0006] しかし、実際の車両の速度パターンは、同一の車両であってもドライバや車両走行時の周辺環境の違い等によって相違する。このことから、車両の速度パターン自体がバラツキを含む。このため、たとえ予測対象とする車両の走行速度の推移が、特定の速度パターンに一致したとしても、予測対象とする車両は、その一致した速度パターンと共通の挙動を示すとは限らない。同様に、予測対象とする車両の走行速度の推移が特定の速度パターンに一致しない推移を示していたとしても、予測対象とする車両は、この特定の速度パターンと共通の挙動を示すこともある。

[0007] このように特許文献1に記載の装置は、予め規定された速度パターンとのマッチングによっては、予測対象とする車両の挙動を予測することが難しく、車両挙動の予測精度を向上する上でなお改善の余地を残す。

[0008] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、車両挙動の高精度な予測を可能とする車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに該車両挙動予測装置を用いた運転支援装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

[0010] 上記課題を達成するため、本発明に従う車両挙動予測装置は、車両の走行

状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する車両挙動予測装置であって、前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき車両挙動の発生確率を示す複数種の確率分布を求める分布演算部と、予測対象とする車両の車両挙動の前記複数種の確率分布に対する相対的な位置関係を求め、該求めた相対的な位置関係に基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測する車両挙動予測部と、を備える。

[0011] 上記課題を達成するため、本発明に従う車両挙動予測方法は、車両の走行状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する車両挙動予測方法であって、前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき車両挙動の発生確率を示す複数種の確率分布を求める分布演算ステップと、予測対象とする車両の車両挙動の前記複数種の確率分布に対する相対的な位置関係を求め、該求めた相対的な位置関係に基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測する予測ステップと、を含む。

[0012] 上記構成あるいは方法によれば、車両挙動の発生確率を示す確率分布が複数種作成される。そして、この確率分布とは、所定の車両挙動の起こりやすさや起こりにくさを示すものであり、この確率分布に対する予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係に基づけば、同車両が示す車両挙動を予測することが可能である。また、上記構成あるいは方法では、車両挙動の予測に際し、複数種の確率分布が用いられる。これにより、複数種の確率分布に用いて複数の観点から車両挙動を予測することが可能となり、車両挙動の予測を高精度に行うことが可能となる。

[0013] さらに、上記構成によれば、予測対象とする車両の車両挙動さえ検出できれば、同車両の以後の車両挙動を予測することが可能となる。よって、予測対象とする車両との通信を通じて同車両の走行状態を同車両から示す情報を取得せずとも、車両挙動の予測を行うことが可能となる。

[0014] 本発明の一態様では、前記複数種の確率分布は、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とからなる。

- [0015] 本発明の一態様では、前記複数種の確率分布として、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とを用いる。
- [0016] 本発明は、上記構成あるいは方法によるように、複数種の確率分布として、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とを用いて特に有効である。すなわち、共通する車両挙動についての相反する確率分布を用いることで、特定の車両挙動が発生する確率及び同特定の車両挙動が発生しない確率の双方に基づき車両挙動を予測することが可能となる。これにより、予測対象とする車両の車両挙動をより高精度に予測することが可能となる。
- [0017] 本発明の一態様では、前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測する。
- [0018] 本発明の一態様では、前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測する。
- [0019] 予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属するときには、同車両が特定の車両挙動を示さない傾向にある。さらに、予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないときには、同車両が同特定の車両挙動を示す蓋然性が低い。すなわち、同車両が同特定の車両挙動を示さない蓋然性が高い。
- [0020] そこで、上記構成あるいは方法によるように、予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、同特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないことを条

件として、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測する。
これにより、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないことについての予測を、相反する確率分布に基づき高精度に行うことが可能となる。

[0021] 本発明の一態様では、前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両の車両挙動を示さないか否かが不定であると判別する。

[0022] 本発明の一態様では、前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両の車両挙動を示さないか否かが不定であると判別する。

[0023] 予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないときには、同車両が特定の車両挙動を示さない蓋然性が低く、同車両が特定の車両挙動を示さないと予測することは難しい。また、予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属したとしても、同車両挙動が同特定の車両挙動の発生時における確率分布にも属するときには、同車両挙動が示されることも同車両挙動が示されないことも想定され、同車両が特定の車両挙動を示さないと予測することは難しい。

[0024] そこで、上記構成あるいは方法によるように、予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないときには、同車両が特定の車両挙動を示さないかが不定であると判別する。同様に、特定の車両挙動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するときにも、同車両が特定の車

両挙動を示さないかが不定であると判別する。これにより、予測対象とする車両が特定の車両挙動を示さないことが疑わしい状況下では、同車両が特定の車両挙動を示さないかが不定であると判別され、車両挙動を示す、示さないといった予測結果以外の情報を提供することが可能となる。

[0025] 本発明の一態様では、前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測する。

[0026] 本発明の一態様では、前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測する。

[0027] 予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属するときには、同車両が特定の車両挙動を示す傾向にある。さらに、予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないときには、同車両が同特定の車両挙動を示さない蓋然性が低い。すなわち、同車両が同特定の車両挙動を示す蓋然性が高い。

[0028] そこで、上記構成あるいは方法によるように、予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属し、かつ、同特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないことを条件として、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測する。これにより、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すことについての予測を、相反する確率分布に基づき高精度に行うことが可能となる。

[0029] 本発明の一態様では、前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するとき、

前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すか否かが不定であると判別する。

[0030] 本発明の一態様では、前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すか否かが不定であると判別する。

[0031] 予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないときには、同車両が特定の車両挙動を示す蓋然性が低く、同車両が特定の車両挙動を示すと予測することは難しい。また、予測対象とする車両の車両挙動が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属したとしても、同車両挙動が同特定の車両挙動の非発生時における確率分布にも属するときには、同車両挙動が示されることも同車両挙動が示されないことも想定され、同車両が特定の車両挙動を示すと予測することは難しい。

[0032] そこで、上記構成あるいは方法によるように、予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないときには、同車両が特定の車両挙動を示すかが不定であると判別する。同様に、特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するときにも、同車両が特定の車両挙動を示すかが不定であると判別する。これにより、予測対象とする車両が特定の車両挙動を示すことが疑わしい状況下では、同車両が特定の車両挙動を示すかが不定であると判別され、車両挙動を示す、示さないといった予測結果以外の情報を提供することが可能となる。

[0033] 本発明の一態様では、前記車両挙動が、車両の減速挙動であり、前記分布演算部は、前記走行状態情報として前記車両の走行速度及び加速度を示す情報を収集するとともに、該収集した車両の走行速度及び加速度の別に複数種の確率分布を求め、前記車両挙動予測部は、前記車両挙動が実行されないこ

とについての予測を前記走行速度に基づく確率分布を用いて行い、前記車両挙動が実行されることについての予測を前記加速度に基づく確率分布を用いて行う。

[0034] 本発明の一態様では、前記車両挙動として、車両の減速挙動を選定し、前記分布演算ステップにおいて、前記走行状態情報として前記車両の走行速度及び加速度を示す情報を収集するとともに、該収集した車両の走行速度及び加速度の別に複数種の確率分布を求め、前記予測ステップにおいて、前記車両挙動が実行されないことについての予測を走行速度に基づく確率分布を用いて行い、前記車両挙動が実行されることについての予測を加速度に基づく確率分布を用いて行う。

[0035] 或る車両において減速挙動が発生すると、例えば、同車両の進行方向前方に交差点やカーブ、一時停止位置等の特定の運転操作を必要とする交通要素が存在していたり、渋滞が発生していたりする蓋然性が高い。そして、こうした状況下では、減速を要する交通要素に応じて車両の走行速度を円滑に低下させたり、前方車両との車間距離を維持したりするために、減速挙動の発生が予測される車両に後続する車両のドライバに減速操作を促す必要性が高い。すなわち、円滑な減速操作を実現したり、燃費向上のための減速支援を実行したりする上で、予測対象とする車両の減速挙動を予測する必要性が高い。また、減速挙動と走行速度及び加速度とは、特に関連性が強く、走行速度や加速度の確率分布に基づけば、減速挙動の発生等についての予測を行うことが可能である。

[0036] この点、上記構成あるいは方法によれば、減速挙動の発生等についての予測を、走行速度及び加速度の確率分布に基づき行うことで、予測必要性の高い減速挙動を高精度に予測することが可能となる。

[0037] 本発明の一態様では、前記分布演算部は、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する信頼区間規定部をさらに備え、前記車両挙動予測部は、前記信頼区間内の確率分布を用いて予測対象とする車両の車両挙動を予測する

。

[0038] 本発明の一態様では、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する規定ステップをさらに含み、前記予測ステップにおいて、前記確率分布として前記信頼区間内の確率分布を用いて前記車両挙動を予測する。

[0039] 或る車両の挙動が特定の車両挙動についての確率分布に属したとしても、同確率分布と或る車両の挙動との相対的な位置関係によっては、同車両挙動の発生する確率は異なり、予測結果に対する信頼度も異なる。

[0040] そこで、上記構成あるいは方法によるように、確率分布の信頼区間を予め規定し、信頼区間内の確率分布を用いて予測対象とする車両の車両挙動を予測することとすれば、予測結果に対する信頼度をさらに向上させることが可能となる。また、予め規定された信頼区間内の確率分布を用いることで、車両挙動の予測に際しては、予測対象とする車両の挙動が信頼区間内の確率分布に属するか否かを判断するだけでよい。よって、車両挙動の予測をより容易に行うことが可能となる。

[0041] 本発明の一態様では、前記分布演算部は、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する信頼区間規定部をさらに備え、

前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動が前記確率分布に属するか否かの判断を、該車両挙動が前記確率分布のうちの前記信頼区間に属するか否かに基づいて行う。

[0042] 本発明の一態様では、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する規定ステップをさらに含み、前記予測ステップにおいて、予測対象とする車両の車両挙動が前記確率分布に属するか否かの判断を、該車両挙動が前記確率分布のうちの前記信頼区間に属するか否かに基づいて行う。

[0043] 或る車両の挙動が特定の車両挙動についての確率分布に属したとしても、同確率分布と或る車両の挙動との相対的な位置関係によっては、同車両挙動

の発生する確率は異なり、予測結果に対する信頼度も異なる。また、たとえ予測対象とする車両の挙動が確率分布に含まれていたとしても、同挙動が同確率分布の信頼区間に属していないときには、予測対象とする車両にて同確率分布の示す車両挙動が発生する蓋然性が低い。

[0044] そこで、上記構成あるいは方法によるように、上記求めた確率分布についての信頼区間を規定し、予測対象とする車両の車両挙動が上記求めた確率分布のうちの信頼区間に属するか否かに基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測する。これにより、予測結果と予測対象とされた車両の挙動とが一致する確率が好適に向上され、予測結果に対する信頼度が好適に向上されるようになる。また、これにより、上記求めた確率分布を特に加工することなく、この確率分布に信頼区間を事後的に規定するだけで、信頼度の高い予測が実現されるようになる。

[0045] 本発明の一態様では、前記走行状態情報には、車両の走行地点及び該走行地点の特徴の少なくとも1つを示す情報が含まれ、前記分布演算部は、前記複数種の確率分布を前記走行地点もしくは該走行地点の特徴の別に求め、前記車両挙動予測部は、前記車両挙動の予測に際して、予測対象とする車両の走行地点もしくは該走行地点の特徴を識別し、該識別結果と共通する走行地点もしくは該走行地点の特徴について前記分布演算部が求めた複数種の確率分布を前記車両挙動の予測に用いる。

[0046] 本発明の一態様では、前記走行状態情報として、車両の走行地点及び該走行地点の特徴の少なくとも1つを示す情報を選定し、前記分布演算ステップにおいて、前記複数種の確率分布を前記走行地点もしくは該走行地点の特徴の別に求め、前記予測ステップは、予測対象とする車両の走行地点もしくは該走行地点の特徴を識別する識別ステップと、該識別ステップによる識別結果と共通する走行地点もしくは該走行地点の特徴についての複数種の確率分布を前記分布演算ステップにて求めた確率分布の中から選定する選定ステップとをさらに含み、該選定ステップにて選定した確率分布を前記車両挙動の予測に用いる。

[0047] 車両挙動には、道路上に存在する交差点やカーブ等の交通要素に起因するものが多いことから、特定の走行地点では特定の車両挙動が発生する傾向にある。よって、予測対象とする車両の走行地点さえ特定できれば、この走行地点における車両挙動の発生確率を予め特定することは可能である。

[0048] そこで、上記構成あるいは方法によるように、走行地点を示す情報を併せて収集し、この収集した走行地点を示す情報を該当する確率分布に関連付ける。また、車両挙動の予測に際しては、予測対象とする車両の走行地点を識別し、この識別した走行地点に共通する地点の確率分布を特定する。そして、この特定した確率分布と予測対象とする車両の挙動とに基づき車両挙動を予測することにより、該当する走行地点との関連性の高い確率分布を用いて車両挙動の予測を行うことが可能となり、確率分布を用いた予測精度がさらに向上されるようになる。また、このように、確率分布に走行地点やその特徴を関連付けることで、車両挙動が走行地点やその特徴に起因して発生したものであるか、もしくは、走行地点やその特徴とは異なる例えば車両の走行状態等に起因して発生したものであるか、などを併せて予測することが可能となる。

[0049] また、走行地点が相違したとしても、交差点の形状や道路線形、道路幅、車線数、道路の曲率、道路勾配、信号機等のインフラ機器の有無、一時停止位置等の交通規制の有無、制限速度等のように車両挙動に影響を与える要素が共通もしくは類似するときには、共通もしくは類似した車両挙動が発生する傾向にある。

[0050] そこで、上記構成あるいは方法によるように、走行地点の特徴を示す情報を確率分布に適宜関連付ける。また、車両挙動の予測に際しては、予測対象とする車両の走行地点の特徴を識別するとともに、この走行地点に特徴の共通する走行地点のもとで作成された確率分布を特定し、この特定した確率分布を用いて予測対象とする車両の挙動を予測する。これにより、たとえ予測対象とする車両の走行地点と一致する地点における確率分布が存在しなくても、同地点に特徴の共通もしくは類似する地点のもとで作成された確率分布

さえ存在すれば、この確率分布を用いて車両挙動を予測することが可能となる。よって、車両挙動を予測可能な局面が飛躍的に増大し、より多くの局面で車両挙動の予測を行うことが可能となる。

[0051] 本発明の一態様では、前記走行状態情報は、無線通信機能を有する複数の車両からプローブ情報通信システムの管理センターに転送された情報に基づき取得されるものであり、前記分布演算部及び前記車両挙動予測部の少なくとも一つが前記管理センターに搭載され、前記確率分布及び前記予測対象とする車両挙動の予測結果の少なくとも一方を示す情報が、要求に応じて前記管理センターから提供される。

[0052] 通常、上記プローブ情報通信システムの管理センターには、道路上を走行する複数台の車両から各車両の走行状態や走行位置等を示す情報が集約される。すなわち、管理センターには、確率分布を作成するために必要十分な情報が集約される。

[0053] そこで、上記構成によるように、上記管理センターに転送される情報に基づき走行状態情報を取得することとすれば、車両挙動の予測に必要な情報を複数台の車両から容易に収集することが可能となり、広域なエリアにおける確率分布の作成、及び車両挙動の予測を実現することが可能となる。これにより、豊富な確率分布を用いて車両挙動の予測を行うことが可能となり、車両挙動を予測可能な局面が増大するようになる。

[0054] また、上記構成によれば、分布演算部及び車両挙動予測部の少なくとも一つが管理センターに搭載される。このため、管理センターで専属して確率分布の作成や車両挙動の予測を行うことが可能となり、高機能な演算処理装置や大容量のデータベースを管理センターに設けることが容易となる。これにより、確率分布の作成や車両挙動の予測をより高速かつ高精度に行うことが可能となり、作成された確率分布についてもデータベースに大量に登録することが可能となる。

[0055] 上記課題を達成するため、本発明に従う運転支援装置は、車両挙動の予測結果に基づきドライバの運転を支援する運転支援装置であって、請求項1～

11のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置を用いて運転支援対象とする車両もしくは該車両の進行方向前方を走行する前方車両の車両挙動を予測し、該予測した車両挙動に基づいた運転支援を実行する運転支援部を備える。

[0056] 本発明は、上記態様によるように、運転支援の対象とする車両の進行方向前方を予測するとともに、この予測結果に基づく運転支援を行う運転支援装置に適用して特に有効である。すなわち、例えば、前方車両の減速が予測されるときには、音声案内や画像案内、ブレーキ回生等による減速支援が行われる一方、前方車両の減速が予測されないときには、減速支援が行われない。これにより、高精度な予測結果に基づく運転支援が行われることとなり、予測対象とする車両の挙動や走行環境に応じた的確な運転支援が実現されるようになる。

[0057] 上記課題を達成するため、本発明に従う車両挙動予測装置は、車両の走行状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する車両挙動予測装置であって、前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき相反する車両挙動を示す2つの車両挙動パターンを作成する演算を行う演算部と、予測対象とする車両の車両挙動と前記2つの車両挙動パターンとのパターンマッチングを通じて予測対象とする車両の車両挙動を予測する車両挙動予測部と、を備える。

[0058] 上記構成によれば、車両挙動の予測が、相反する2つの車両挙動パターンとのマッチングを通じて用いて行われる。これにより、相反する2つの車両挙動パターンといった2つの観点から車両挙動を予測することが可能となり、各車両挙動パターンに基づく車両挙動の予測を高精度に行うことが可能となる。

[0059] 本発明の一態様では、前記車両挙動予測部は、

a. 前記予測対象とする車両の車両挙動が、特定の車両挙動の車両挙動パターンにマッチングし、かつ、該特定の車両挙動に相反する車両挙動パターンにマッチングしないとき、予測対象とする車両が前記マッチングした車両挙動パターンに追従した車両挙動を示すと予測し、

b. 前記予測対象とする車両の車両挙動が、前記相反する2つの車両挙動パターンに共にマッチングするとき、該車両の車両挙動が不定であると判別する。

[0060] 上記構成によれば、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が特定の車両挙動の発生を示す車両挙動パターンとマッチングし、かつ、同車両挙動パターンに相反する車両挙動パターン、すなわち、特定の車両挙動の不発生を示す車両挙動パターンとマッチングしないときには、同車両にて特定の車両挙動が発生すると予測される。同様に、上記構成によれば、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が特定の車両挙動の不発生を示す車両挙動パターンとマッチングし、かつ、同車両挙動パターンに相反する車両挙動パターン、すなわち、特定の車両挙動の発生を示す車両挙動パターンとマッチングしないときには、同車両にて特定の車両挙動が発生しないと予測される。このため、予測対象とする車両の挙動が、相反する2つの車両挙動パターンのうちの一つの車両挙動パターンとマッチングしただけでは、同車両の挙動がマッチングした車両挙動と一致するとは予測されない。これにより、2つの車両挙動パターンを用いた車両挙動の予測を的確に行うことが可能となる。

[0061] さらに、上記構成によれば、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が相反する2つの車両挙動パターンのいずれにもマッチングするときには、同車両の挙動がいずれの車両挙動パターンにも一致する蓋然性が高いとして同車両の挙動が不定であると判別される。これにより、車両挙動の予測を、特定の車両挙動の発生及び不発生、並びに不定といった3段階で行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0062] [図1]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の第1の実施の形態について、それら車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置が適用される車両の概略構成を示すブロック図。

[図2] (a) は、交差点から所定距離離れた地点における走行速度についての

確率分布の一例を示すグラフ。(b)は、交差点から所定距離離れた地点における加速度についての確率分布の一例を示すグラフ。

[図3]交差点手前の所定の走行区間における走行速度についての確率分布の一例を示すグラフ。

[図4]交差点手前の所定の走行区間における加速度についての確率分布の一例を示すグラフ。

[図5]同実施の形態のデータベース作成処理の一例を示すフローチャート。

[図6]同実施の形態の予測情報取得処理及び車両挙動予測処理の一例を示すフローチャート。

[図7]同実施の形態の走行速度フラグ処理及び加速度フラグ処理の一例を示すフローチャート。

[図8]同実施の形態の車両挙動の予測手順を示すフローチャート。

[図9]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の第2の実施の形態について、車両挙動予測処理の一例を示すフローチャート。

[図10]交差点から所定距離離れた地点の減速時及び非減速時における走行速度についての確率分布の一例を信頼区間とともに示すグラフ。

[図11]交差点から所定距離離れた地点の減速時及び非減速時における走行速度についての確率分布の一例を信頼区間とともに示すグラフ。

[図12]交差点から所定距離離れた地点の減速時及び非減速時における走行速度についての確率分布の一例を信頼区間とともに示すグラフ。

[図13]交差点から所定距離離れた地点の減速時及び非減速時における走行速度についての確率分布の一例を信頼区間とともに示すグラフ。

[図14]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の第3の実施の形態について、それら車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置が適用される車両及び管理センターの概略構成を示すブロック図。

[図15]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転

支援装置の他の実施の形態について、それら車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置が適用される車両及び管理センター並びに情報端末の概略構成を示すブロック図。

[図16]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の他の実施の形態について、それら車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置が適用される車両及び管理センター並びに情報端末の概略構成を示すブロック図。

[図17]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の他の実施の形態について、一種類の車両挙動を示す要素に基づいた車両挙動予測処理の一例を示すフローチャート。

[図18]本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の他の実施の形態について、(a)は、所定の車両挙動が発生する走行地点を示したものであり、(b)は、相反する2つの車両挙動パターンに基づく車両挙動の予測態様を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0063] (第1の実施の形態)

以下、本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置を具体化した第1の実施の形態について図1～図8を参照して説明する。

[0064] 図1に示すように、本実施の形態の車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置が適用される車両100には、走行状態情報のうちの自車両100の走行状態を検出する車両状態検出部110が搭載されている。

[0065] 車両状態検出部110は、例えば、車両100の走行速度を検出する車速センサ111、及び同車両100の加速度を検出する加速度センサ112等によって構成されている。これら車速センサ111及び加速度センサ112は、例えばCAN(Control Area Network)などの車載ネットワークを介して、様々なセンサ等の検出結果が集約される車載制御

装置 140 に電氣的に接続されている。

[0066] 車速センサ 111 は、車輪回転速度を検出し、この検出した回転速度に応じた信号を、車載制御装置 140 に出力する。加速度センサ 112 は、車両 100 の加速度を検出し、この検出した加速度に応じた信号を車載制御装置 140 に出力する。

[0067] また、車両 100 には、走行状態情報のうちの自車両 100 の走行位置や走行環境を検出する走行環境検出部 120 が搭載されている。本実施の形態の走行環境検出部 120 は、例えば、衛星信号を受信し、この受信した衛星信号をもとに車両 100 の絶対位置、すなわち緯度経度を検出する GPS 121 によって構成されている。GPS 121 は、GPS 121 は、車両 100 の移動に伴って変化する車両 100 の緯度経度、換言すれば、車両 100 が走行した各地点の緯度経度を検出し、その検出結果を示す緯度経度情報を車載制御装置 140 に出力する。

[0068] さらに、車両 100 には、同車両 100 の進行方向前方を走行する前方車両の走行状態等を示す情報を取得する前方車両情報取得部 130 が搭載されている。本実施の形態の前方車両情報取得部 130 は、例えば、ミリ波帯の電波を用いて車両 100 の進行方向前方を走行する前方車両の存在を検知するミリ波レーダー 131 を備えている。また、前方車両情報取得部 130 は、例えば、車両 100 の周辺を走行する車両との車車間通信や路上に設けられた路側通信機との路車間通信を行う車両用通信機 132 を備えている。なお、前方車両には、車両 100 の直前を走行する 1 台の車両のみならず、車両 100 の進行方向前方を走行する複数台の車両も含まれる。

[0069] ミリ波レーダー 131 は、車両 100 の進行方向前方を走行する前方車両の存在を検知すると、その検知結果を示す信号を車載制御装置 140 に出力する。また、車両用通信機 132 は、例えば、車両 100 の進行方向前方を走行する前方車両との車車間通信を通じて、同前方車両の走行速度や加速度等の走行状態を示す情報を取得する。そして、車両用通信機 132 は、この取得した情報を車載制御装置 140 に出力する。

[0070] 車載制御装置 140 は、車両状態検出部 110 から入力される車速センサ 111 及び加速度センサ 112 の検出結果、並びに、アクセルセンサやブレーキセンサ、ステアリングセンサ等の検出結果に基づき、エンジン、ブレーキ、ターンランプ、及びステアリング等の各種車載機器を制御するシステム制御部 141 を備えている。また、本実施の形態の車載制御装置 140 は、走行環境検出部 120 や前方車両情報取得部 130 から入力される車両 100 の緯度経度情報に基づき、車両 100 や前方車両の走行環境を特定する走行環境特定部 142 を備えている。さらに、本実施の形態の車載制御装置 140 は、予測対象とする車両の車両挙動の予測に供される分布演算部 143、データベース作成部 144、及び車両挙動予測部 145 を備えている。

[0071] このうち、システム制御部 141 は、車両状態検出部 110 から各運転操作要素の検出結果が入力されると、その検出結果に基づいて各種車載機器を制御する。これにより、例えば、ドライバによりアクセルペダルが踏み込まれたことによってアクセルセンサ等の検出結果が変化すると、この検出結果に応じてエンジンの制御量が算出され、この算出結果に応じてエンジンが制御される。

[0072] また、本実施の形態の走行環境特定部 142 は、走行環境検出部 120 や前方車両情報取得部 130 から車両 100 の緯度経度情報が入力されると、この入力された緯度経度情報を分布演算部 143 に出力する。なお、本実施の形態の走行環境特定部 142 は、道路線形、交差点形状、及び道路勾配がそれらの緯度を示す緯度経度情報とともに予め登録された道路地図データ 142a を保有している。そして、走行環境特定部 142 は、車両 100 や前方車両の緯度経度情報が入力されると、この緯度経度情報をもとに道路地図データ 142a を参照し、車両 100 や前方車両の走行環境を特定する。本実施の形態の走行環境特定部 142 は、例えば、車両 100 や前方車両が走行した走行地点の特徴を特定する。そして、走行環境特定部 142 は、この特定結果を分布演算部 143 に出力する。なお、この走行地点の特徴としては、交差点の形状や道路線形、道路幅、車線数、道路の曲率、道路勾配、信

号機等のインフラ機器の有無、一時停止位置等の交通規制の有無、制限速度等のように車両挙動に影響を与える要素が該当する。

[0073] 分布演算部 143 は、車両状態検出部 110 及び前方車両情報取得部 130 から車両 100 や前方車両情報取得部 130 の走行速度及び加速度を示す情報が入力されると、それら走行速度及び加速度を示す情報に、走行速度及び加速度の検出時における車両 100 の緯度経度や交通要素の中での絶対位置を示す位置情報を関連付ける。そして、分布演算部 143 は、走行速度及び加速度を示す情報の取得回数が所定回数を超えると、それら走行速度及び加速度を示す情報に基づいて車両挙動の確率分布を作成する。なお、本実施の形態では、確率分布の作成に必要な走行速度及び加速度を示す情報の取得回数として、例えば、同一もしくは走行環境の類似する地点において約「20 回」程度が規定されている。また、本実施の形態の分布演算部 143 は、こうした車両挙動の確率分布を、緯度経度に基づき分類される走行地点の別、及び走行環境特定部 142 により特定された走行環境の別に作成する。

[0074] 本実施の形態の分布演算部 143 は、作成した確率分布の信頼区間を規定する信頼区間規定部 143a を備えている。本実施の形態の信頼区間規定部 143a は、信頼区間として、例えば、確率分布のうちの中心を含む約「95 %」を信頼区間として規定する。

[0075] さらに、本実施の形態の分布演算部 143 は、例えば、交差点やカーブ等、走行速度や加速度の推移パターンが複数のパターンに分かれる地点や走行環境にのみ、走行速度及び加速度の確率分布を作成する。

[0076] 分布演算部 143 は、こうして走行速度及び加速度についての確率分布を作成すると、この作成した確率分布を示すデータをデータベース作成部 144 に適宜出力する。

[0077] データベース作成部 144 は、分布演算部 143 が作成した確率分布を示すデータが入力されると、各確率分布を走行地点及び走行環境の別に分布データベース 150 に登録する。これにより、分布データベース 150 には、車両 100 や前方車両の走行する各地点や走行環境毎についての確率分布を

示すデータが蓄積されることとなる。

[0078] 車両挙動予測部 145 は、例えば、前方車両情報取得部 130 から入力される情報に基づいて車両 100 の進行方向前方に前方車両が存在していると認識すると、この前方車両の車両挙動を予測する。本実施の形態の車両挙動予測部 145 は、車両挙動の予測に際し、車両 100 の前方を走行中の前方車両の走行速度及び加速度を示す情報を前方車両情報取得部 130 から取得する。また、車両挙動予測部 145 は、GPS 121 により取得される車両 100 の緯度経度情報とミリ波レーダー 131 の検出結果とに基づいて前方車両の走行地点を特定する。そして、車両挙動予測部 145 は、この特定した前方車両の走行地点に基づき、緯度経度が共通する地点で作成された走行速度及び加速度についての確率分布を分布データベース 150 から抽出する。次いで、車両挙動予測部 145 は、この抽出した走行速度及び加速度の確率分布に対する前方車両の走行速度及び加速度の相対的な位置関係に基づいて前方車両の車両挙動を予測する。本実施の形態の車両挙動予測部 145 は、前方車両の車両挙動として、例えば、減速行動の発生の有無を予測する。また、本実施の形態の車両挙動予測部 145 は、前方車両の減速行動の発生及び非発生のいずれについても高確率で発生することが予測できないとき、前方車両の減速行動が不定であると識別する。

[0079] なお、本実施の形態の車両挙動予測部 145 は、予測対象とする前方車両の走行環境と類似する環境のもとで作成された確率分布を分布データベース 150 から抽出する類似地点抽出部 145a を備えている。類似地点抽出部 145a は、緯度経度が共通する地点で作成された走行速度及び加速度についての確率分布が分布データベース 150 に存在しないとき、交差点形状や道路線形、カーブの曲率等が類似する環境のもとで作成された走行速度及び加速度についての確率分布を分布データベース 150 から抽出する。そして、本実施の形態では、この抽出された走行速度及び加速度についての確率分布も、前方車両の車両挙動の予測に用いられる。これにより、本実施の形態では、分布データベース 150 に未登録の走行地点を走行している前方車両

についても車両挙動を予測することが可能となっている。車両挙動予測部 145 は、こうして前方車両の車両挙動を予測すると、この予測結果を、同予測結果に基づいて各種運転支援を行う運転支援部 160 に出力する。

[0080] 本実施の形態の運転支援部 160 は、例えば、車両挙動予測部 145 による予測結果に基づいて、車両 100 に搭載されたエンジンやブレーキ等の各種制御機器、音声装置 162 及び車室内に設けられた表示装置 163 を制御するための制御量を演算する運転支援部 161 を備えている。

[0081] 運転支援部 161 は、車両挙動予測部 145 から前方車両の車両挙動の予測結果が入力されると、この予測結果に基づいて、例えば、上記システム制御部 141 により制御される各種制御機器の制御量を求め、同求めた制御量をシステム制御部 141 に出力する。これにより、例えば、車両挙動予測部 145 の予測結果が前方車両の減速行動の発生を示しているときは、前方車両が減速するタイミングもしくは同タイミング以前でのエンジンのオフやブレーキのオンを実行する。なお、車両 100 がハイブリッド自動車であるとき、運転支援部 161 は、前方車両が減速するタイミングもしくは同タイミング以前でのブレーキ回生を実行する。また、運転支援部 161 は、例えば、前方車両が減速行動を行う旨を案内する音声案内や画像案内のための音声データや画像データを生成し、これら生成した音声データ及び画像データを前方車両が減速するタイミングもしくは同タイミング以前に音声装置 162 及び表示装置 163 に出力する。これにより、音声装置 162 及び表示装置 163 を通じて、前方車両の減速時もしくは減速開始以前に、車両 100 の減速を促す案内が同車両 100 のドライバに対して行われることとなる。

[0082] 逆に、車両挙動予測部 145 の予測結果が前方車両の減速行動が発生しない旨を示しているときには、運転支援部 161 は、システム制御部 141、音声装置 162、及び表示装置 163 を通じた減速支援を実行しない。そして、運転支援部 161 は、例えば、音声装置 162、及び表示装置 163 を通じて、前方車両が減速行動を行わない旨をドライバに案内する。同様に、本実施の形態の運転支援部 161 は、車両挙動予測部 145 から前方車両の

車両挙動が不定であるとする識別結果が入力されたときにも、システム制御部 141、音声装置 162、及び表示装置 163 を通じた減速支援を実行しない。

[0083] このように、本実施の形態では、前方車両が減速行動を行う蓋然性が高いときにのみ、ドライバに対する減速支援が行われることとなる。また、このように、本実施の形態では、前方車両が減速行動を行わない蓋然性が高いときには、例えば前方車両が減速行動を行わない旨がドライバに案内されることとなる。これにより、必要性が高い状況下でのみドライバに対する減速支援が行われるとともに、前方車両の減速行動が行われない蓋然性が高いときには前方車両の走行が継続される旨の案内が行われることとなる。

[0084] 以下、本実施の形態の車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置による車両挙動の予測原理を図 2～図 4 を参照して説明する。なお、図 2 (a) は、例えば、信号機が設けられた交差点の手前約「40 m」における走行速度の確率分布を示しており、図 2 (b) は、例えば、交差点の手前約「40 m」における加速度の確率分布を示している。また、図 3 は、或る交差点を走行した車両の走行速度の確率分布を例えば約「1 m」毎に示したものであり、図 4 は、同交差点を走行した車両の加速度の確率分布を例えば約「1 m」毎に示したものである。さらに、図 3 において、分布 R_{vy} は、減速挙動の発生時における交差点の手前約「100 m」から交差点までの車両の走行速度の確率分布を示しており、分布 R_{vn} は、減速挙動の非発生時における交差点の手前約「100 m」から交差点までの車両の走行速度の確率分布を示している。同様に、図 4 において、分布 R_{ay} は、減速挙動の発生時における交差点の手前約「100 m」から交差点までの車両の加速度の確率分布を示しており、分布 R_{an} は、減速挙動の非発生時における交差点の手前約「100 m」から交差点までの車両の加速度の確率分布を示している。

[0085] 図 2 (a) に示すように、例えば、或る交差点の手前から約「40 m」の地点における車両 100 や前方車両等の走行速度の確率分布は、同交差点に

て信号機の赤現示等に起因する減速行動が行われたときの分布 P_{vy} と、同交差点にて減速行動が行われなかったときの分布 P_{vn} との2つの分布となる。そして、本実施の形態では、各分布 P_{vy} 及び P_{vn} の平均値に対する95%信頼区間として領域 O_{vy} 及び O_{vn} の分布が規定されている。

[0086] また、図2(b)に示すように、例えば、或る交差点の手前から約「40m」の地点における車両100や前方車両等の加速度の確率分布は、同交差点にて信号機の赤現示等に起因する減速行動が行われたときの分布 P_{ay} と、同交差点にて減速行動が行われなかったときの分布 P_{an} との2つの分布となる。そして、本実施の形態では、各分布 P_{ay} 及び P_{an} の平均値に対する95%信頼区間として領域 O_{ay} 及び O_{an} の分布が規定されている。

[0087] また一方、図3に示すように、こうした交差点から所定距離手前の地点から同交差点までの95%信頼区間の走行速度の分布は、大きくは、車両のドライバが減速操作を行ったことにより減速挙動が発生したときの分布 R_{vy} と、車両のドライバが減速操作を行わなかったことにより減速挙動が発生しなかったときの分布 R_{vn} とに分類される。こうした2つの分布 R_{vy} 及び R_{vn} は、例えば、交差点の手前約「100m」の地点においては相違しないものの、交差点に近づくにつれて異なる推移を示す。これは、減速操作が行われたときには、交差点に近づくにつれて車両の走行速度が「0」に近づくことに起因している。

[0088] そして、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 V_1 が非減速時の分布 R_{vn} に包含される一方で減速時の分布 R_{vy} に包含されないときには、同車両では減速挙動が発生しないと予測することができる。

[0089] また、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 V_2 が減速時の分布 R_{vy} に包含される一方で非減速時の分布 R_{vn} に包含されないときには、同車両では減速挙動が発生すると予測することができる。

[0090] 一方、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 V_3 が減速時の分布 R_{vy} 及び R_{vn} のいずれにも包含されるときには、同車両では減速挙動が発生することも発生しないことも起こり得ることから、以後の車両挙動が不

定とされる。同様に、減速時の分布 R_{vy} 及び R_{vn} のいずれにも包含されない例外的な推移 V_4 、 V_5 についても、以後の車両挙動が不定とされる。

[0091] 他方、図4に示すように、こうした交差点から所定距離手前の地点から同交差点までの95%信頼区間の加速度の分布も、大きくは、車両のドライバが減速操作を行ったことにより減速挙動が発生したときの分布 R_{ay} と、車両のドライバが減速操作を行わなかったことにより減速挙動が発生しなかったときの分布 R_{an} とに分類される。なお、加速度についての減速時の分布 R_{ay} が非減速時の分布 R_{an} と重複する割合は、交差点から離れた例えば手前約「100m」の地点においても、走行速度についての減速時の分布 R_{vy} が非減速時の分布 R_{vn} と重複する割合よりも少なくなっている。これは、加速度が走行速度の微分値であることから、減速操作の有無に伴う加速度の変化が減速操作の開始直後に発生することに起因している。

[0092] そして、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 A_1 が非減速時の分布 R_{an} に包含される一方で減速時の分布 R_{ay} に包含されないときには、同車両では減速挙動が発生しないと予測することができる。

[0093] また、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 A_2 が減速時の分布 R_{ay} に包含される一方で非減速時の分布 R_{an} に包含されないときには、同車両では減速挙動が発生すると予測することができる。

[0094] 一方、例えば、予測対象とする車両の走行速度の推移 A_3 が減速時の分布 R_{ay} 及び R_{an} のいずれにも包含されるときには、同車両では減速挙動が発生することも発生しないことも起こり得ることから、以後の車両挙動が不定とされる。同様に、減速時の分布 R_{ay} 及び R_{an} のいずれにも包含されない例外的な推移 A_4 、 A_5 についても、以後の車両挙動が不定とされる。

[0095] なお、同図4に示されるように、加速度の分布は、交差点の手前約「100m」から約「70m」付近までは非減速時の分布 R_{an} の多くが減速時の分布 R_{ay} に包含される一方、約「70m」から交差点にかけては減速時の分布 R_{ay} は非減速時の分布 R_{an} と重複しない割合が高くなっている。そして、加速度についての減速時の分布 R_{ay} が非減速時の分布 R_{an} と重複

しない割合は、先の図3に示した走行速度についての減速時の分布 R_{vy} が非減速時の分布 R_{vn} と重複しない割合よりも高くなっている。よって、本実施の形態では、減速挙動が発生することについての予測が図4に例示した加速度の分布を用いて行われる。

[0096] これに対し、先の図3に示されるように、走行速度の分布は、交差点の手前約「100m」から約「70m」付近までは減速時の分布 R_{vy} と非減速時の分布 R_{vn} とが重複する割合が高いものの、約「70m」から交差点にかけては交差点での停止の有無が反映されることから、特に非減速時の分布 R_{vn} のみの領域が拡大されている。

[0097] そして、走行速度についての非減速時の分布 R_{vn} が減速時の分布 R_{vy} と重複しない領域（面積）は、図4に示した加速度についての非減速時の分布 R_{an} が減速時の分布 R_{ay} と重複しない領域（面積）よりも高くなっている。よって、本実施の形態では、減速挙動が発生しないことについての予測が図3に例示した走行速度の分布を用いて行われる。

[0098] なお、図3及び図4に例示するように、加速度についての分布の方が走行速度についての分布よりも、交差点の手前から遠い段階で減速時と非減速時との相違が顕著となっている。よって、加速度についての分布を用いることにより、交差点の手前から所定距離以上離れた段階で車両挙動を高精度に予測することが可能となっている。

[0099] 次に、本実施の形態の車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の作用を図5及び図6を参照して説明する。

[0100] 図5に示すように、まず、車載制御装置140によれば車両挙動の予測に用いるデータベースを作成すべく、例えば、車両100や同車両100の前方車両の走行時における車両挙動を示す走行速度や加速度に関する情報が取得される（ステップS100）。次いで、その都度の車両挙動に対応する走行地点を示す緯度経度情報が取得される（ステップS101）。ここでの例では、前方車両の緯度経度は、車両100に搭載されたGPS121の検出結果から基づく車両100の緯度経度に対してミリ波レーダー131の検出

結果から求まる車両 100 と前方車両との車間距離とに基づき算出される。

また、この取得された緯度経度情報と上記道路地図データ 142 a とに基づき、その都度の車両挙動に対応する走行地点の特徴が特定される（ステップ S102）。そして、上記検出された車両挙動に、対応する緯度経度情報及び特定された走行地点の特徴を示す情報が関連付けられる（ステップ S103）。こうして、車両挙動及び同車両挙動が発生した走行地点の検出、並びに同走行地点の特徴の特定が繰り返し行われることにより、或る走行地点や走行地点の特徴についての情報量が所定数を超えると（ステップ S104 : YES）、情報量が所定数を超えた走行地点や走行地点の特徴における車両挙動の確率分布が作成される（ステップ S105）。これにより、先の図 3 及び図 4 に例示した走行速度や加速度についての確率分布が、特定の運転操作が行われる交差点やカーブ、一時停止位置といった交通要素毎に作成され、この作成された確率分布が上記分布データベース 150 に登録される。

[0101] そして、例えば、車両挙動の予測に際しては、図 6 にステップ S106 として示すように、例えば予測対象情報を提示する車両 100 の進行方向前方を走行する前方車両の走行速度及び加速度並びに走行地点が検出される。次いで、この検出された走行地点と共通する地点における確率分布が分布データベース 150 に存在すると（ステップ S107 : YES）、同確率分布が分布データベース 150 から抽出される。一方、前方車両の走行地点と共通する地点における確率分布が分布データベース 150 に存在しないときには（ステップ S107 : NO）、前方車両の走行地点と特徴の共通する地点の確率分布が分布データベース 150 に存在するか否かが判断される（ステップ S111）。そして、前方車両の走行地点と特徴の共通する地点の確率分布が分布データベース 150 に存在すると（ステップ S111 : YES）、同地点の確率分布が分布データベース 150 から抽出される（ステップ S112）。

[0102] こうして、車両挙動の予測対象とする前方車両の走行地点もしくは同地点と特徴が共通する地点の確率分布が分布データベース 150 から抽出される

と、同抽出された確率分布における前方車両の車両挙動の相対的な位置関係が先の図3及び図4に例示した態様で求められる（ステップS109）。

[0103] そして、この相対的な位置関係に基づいて、前方車両が、

- a. 例えば特定の車両挙動である減速挙動を行う、
- b. 同減速挙動を行わない、
- c. 同減速挙動が行われるか不定である

といった態様で前方車両の車両挙動が予測される（ステップS110、S113、S114）。

[0104] こうして、前方車両の車両挙動が予測されると、この予測結果に応じて運転支援が実行される。これにより、例えば、交差点に向かっている前方車両が減速挙動を行うと予測されたときには、同前方車両に後続する車両100のドライバに対する減速案内やブレーキ回生等が行われる。一方、交差点に向かっている前方車両が減速挙動を行わない、もしくは、同前方車両の車両挙動が不定であると予測されたときには、その旨が車両100のドライバに案内され減速支援が行われない。

[0105] 次に、本実施の形態の車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置による予測対象の車両挙動の予測手順を図7及び図8を参照して詳述する。すなわち、図5及び図6に示すデータベース作成処理と予測情報取得処理とを振り返りながら、車両挙動予測処理を詳述する。

[0106] 図7に示すように、先の図5のステップS100～105によるデータベース作成処理の実行を通じて、車両挙動の予測に用いられる確率分布が作成されたとする（ステップS200）。また、先の図5のステップS106～S108、S111、S112による予測情報取得処理の実行を通じて、例えば、予測対象としての前方車両の走行速度及び加速度、並びに走行地点を示す情報が取得され、同走行地点もしくは同走行地点と特徴の共通する地点における確率分布が取得されたとする（ステップS201）。

[0107] すると、図7にステップS202として示すように、分布データベース150に登録された確率分布のうち、例えば、先の図3に例示した或る交差点

における減速時及び非減速時の走行速度の例えば 95%信頼区間の確率分布が分布データベース 150 から抽出される。次いで、この抽出された減速時及び非減速時の走行速度の確率分布に対する前方車両の走行速度の相対的な位置関係、すなわち相対位置が求められる（ステップ S 203）。そして、前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の確率分布に含まれているか否かが判断される（ステップ S 204）。なお、こうした判断に際しては、例えば、交差点の手前約「40 m」から約「20 m」までの間の走行速度の確率分布及び前方車両の走行速度が用いられる。

[0108] そして、前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の確率分布に含まれるとき（ステップ S 204 : YES）、さらに、前方車両の走行速度が減速時の走行速度の確率分布に含まれていないか否かが判断される（ステップ S 205）。この判断の結果、前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の確率分布のみに含まれていると判断されると（ステップ S 205 : YES）、前方車両が向かっている交差点において同前方車両にて減速挙動が発生しないと予測され、走行速度フラグが「1」とされる（ステップ S 206）。

[0109] 一方、前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の確率分布に含まれないときには（ステップ S 204 : NO）、前方車両にて減速挙動が発生しないかが不定であるとして走行速度フラグが「0」とされる（ステップ S 207）。同様に、前方車両の走行速度が非減速時及び減速時のいずれの確率分布に含まれているときにも（ステップ S 204 : YES、S 205 : NO）、前方車両にて減速挙動が発生しないかが不定であるとして減速フラグが「0」とされる（ステップ S 207）。

[0110] こうして、走行速度フラグが決定されると、同決定された走行速度フラグの結果が集計される（ステップ S 208）。

[0111] 続いて、ステップ S 209 として示すように、分布データベース 150 に登録された確率分布のうち、例えば、先の図 4 に例示した或る交差点における減速時及び非減速時の加速度の例えば約 95%信頼区間の確率分布が分布データベース 150 から抽出される。次いで、この抽出された減速時及び非

減速時の加速度の確率分布に対する前方車両の加速度の相対的な位置関係が求められる（ステップS 2 1 0）。そして、前方車両の加速度が減速時の加速度の確率分布に含まれているか否かが判断される（ステップS 2 1 1）。なお、こうした判断に際しても、例えば、交差点の手前約「4 0 m」から約「2 0 m」までの間の走行速度の確率分布及び前方車両の加速度が用いられる。

[0112] そして、前方車両の加速度が減速時の加速度の確率分布に含まれるとき（ステップS 2 1 1：YES）、さらに、前方車両の加速度が非減速時の加速度の確率分布に含まれていないか否かが判断される（ステップS 2 1 2）。この判断の結果、前方車両の加速度が減速時の加速度の確率分布のみに含まれていると判断されると（ステップS 2 1 2：YES）、前方車両が向かっている交差点において同前方車両にて減速挙動が発生すると予測され、加速度フラグが「-1」とされる（ステップS 2 1 3）。

[0113] 一方、前方車両の加速度が減速時の加速度の確率分布に含まれないときには（ステップS 2 1 1：NO）、前方車両による減速挙動の発生が不定であるとして加速度フラグが「0」とされる（ステップS 2 1 4）。同様に、前方車両の加速度が非減速時及び減速時のいずれの確率分布に含まれているときにも（ステップS 2 1 1：YES、S 2 1 2：NO）、前方車両による減速挙動の発生が不定であるとして減速フラグが「0」とされる（ステップS 2 1 4）。

[0114] こうして、加速度フラグが決定されると、同決定された加速度フラグの結果が集計される（ステップS 2 1 5）。

[0115] そして、図8に示すように、続くステップS 2 1 6にて、走行速度フラグの集計結果と加速度フラグの集計結果とが加算されることにより、予測対象とする前方車両の車両挙動の予測値を示す対象車両減速フラグが求められる。この結果、対象車両減速フラグが「1」であるとき、前方車両が減速挙動を示さないと判断される（ステップS 2 1 7：YES、S 2 1 8）。

[0116] これに対し、対象車両減速フラグが「-1」であるとき、前方車両が減速

挙動を示すと判断される（ステップS 2 1 9：YES、S 2 2 0）。

[0117] 一方、対象車両減速フラグが「0」であるとき、前方車両による減速挙動の発生の有無が不定であると判断される（ステップS 2 1 9：NO、S 2 2 1）。

[0118] 以上説明したように、本実施の形態にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置によれば、以下の効果が得られるようになる。

[0119] （１）車両１００や前方車両の走行状態情報を収集するとともに、この収集した走行状態情報に基づき車両挙動の発生確率を示す複数種の確率分布を求めた。また、予測対象とする車両（前方車両）の車両挙動の複数種の確率分布に対する相対的な位置関係を求め、この求めた相対的な位置関係に基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測した。これにより、複数種の確率分布に用いて複数の観点から車両挙動を予測することが可能となり、車両挙動の予測を高精度に行うことが可能となる。

[0120] （２）上記複数種の確率分布として、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とを選定した。このため、共通する車両挙動についての相反する確率分布を用いることで、特定の車両挙動が発生する確率及び同特定の車両挙動が発生しない確率の双方に基づき車両挙動を予測することが可能となる。これにより、予測対象とする車両の車両挙動をより高精度に予測することが可能となる。

[0121] （３）予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、同特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測した。これにより、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないことについての予測を、相反する確率分布に基づき高精度に行うことが可能となる。

[0122] （４）予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、特定の車両挙

動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するとき、予測対象とする車両の車両挙動を示さないか否かが不定であると判別した。これにより、予測対象とする車両が特定の車両挙動を示さないことが疑わしい状況下では、同車両が特定の車両挙動を示さないかが不定であると判別され、車両挙動を示す、示さないといった予測結果以外の情報を提供することが可能となる。

[0123] (5) 予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、特定の車両挙動の発生時における確率分布に属し、かつ、同特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測した。これにより、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すことについての予測を、相反する確率分布に基づき高精度に行うことが可能となる。

[0124] (6) 予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するとき、予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すか否かが不定であると判別した。これにより、予測対象とする車両が特定の車両挙動を示すことが疑わしい状況下では、同車両が特定の車両挙動を示すかが不定であると判別され、車両挙動を示す、示さないといった予測結果以外の情報を提供することが可能となる。

[0125] (7) 上記車両挙動が、車両の減速挙動を選定した。また、上記走行状態情報として車両100や前方車両の走行速度及び加速度を示す情報を収集するとともに、該収集した車両の走行速度及び加速度の別に複数種の確率分布を求めた。そして、車両挙動が実行されないことについての予測を走行速度に基づく確率分布を用いて行い、車両挙動が実行されることについての予測を加速度に基づく確率分布を用いて行った。これにより、予測必要性の高い減速挙動の発生や不発生等についての予測を高精度に行うことが可能となる。

[0126] (8) 車両挙動の平均値を示す確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定した。そしてこの信頼区間内の確率分布を用いて予測対象とする車両の車両挙動を予測した。これにより、予測結果に対する信頼度をさらに向上させることが可能となる。また、予め規定された信頼区間内の確率分布を用いることで、車両挙動の予測に際しては、予測対象とする車両の挙動が信頼区間内の確率分布に属するか否かを判断するだけでよい。よって、車両挙動の予測をより容易に行うことが可能となる。

[0127] (9) 上記走行状態情報に、車両の走行地点及び該走行地点の特徴の少なくとも1つを示す情報を含めた。また、上記複数種の確率分布を走行地点もしくは該走行地点の特徴の別に求めた。そして、車両挙動の予測に際して、予測対象とする車両の走行地点もしくは該走行地点の特徴を識別し、この識別結果と共通する走行地点もしくは該走行地点の特徴について分布演算部が求めた複数種の確率分布を車両挙動の予測に用いた。これにより、該当する走行地点との関連性の高い確率分布を用いて車両挙動の予測を行うことが可能となり、確率分布を用いた予測精度がさらに向上されるようになる。また、このように、確率分布に走行地点やその特徴を関連付けることで、車両挙動が走行地点やその特徴に起因して発生したものであるか、もしくは、走行知手やその特徴とは異なる例えば車両の走行状態等に起因して発生したものであるか、などを併せて予測することが可能ともなる。

[0128] (10) 予測対象とする車両の走行地点における確率分布が分布データベース150に存在しないとき、この走行地点と特徴の類似する地点で作成された確率分布を用いて車両挙動の予測を行った。これにより、たとえ予測対象とする車両の走行地点と一致する地点における確率分布が存在しなくても、同地点に特徴の共通もしくは類似する地点のもとで作成された確率分布さえ存在すれば、この確率分布を用いて車両挙動を予測することが可能となる。よって、車両挙動を予測可能な局面が飛躍的に増大し、より多くの局面で車両挙動の予測を行うことが可能となる。

[0129] (第2の実施の形態)

次に、本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の第2の実施の形態を、第1の実施の形態との相違点を中心に、先の図6に対応する図9、及び図10～図13を参照して説明する。なお、本実施の形態にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置も、その基本的な構成は第1の実施の形態と同等であり、図9～図13においても第1の実施の形態と実質的に同一の要素にはそれぞれ同一の符号を付して示し、重複する説明は割愛する。

[0130] 図9に示すように、車両挙動の予測に際してデータベース作成処理及び予測情報取得処理が実行されたとする(ステップS200、S201)。

[0131] そして、本実施の形態ではまず、例えば、前方車両が向かう交差点もしくは同交差点に交差点形状や道路形状等が類似する交差点における走行速度の確率分布、すなわち、先の図2(a)に例示した確率分布が分布データベース150から抽出される(ステップS202A)。

[0132] 次に、予測情報取得処理を通じて例えば交差点における前方車両の走行速度が取得されると、走行速度の減速時及び非減速時の各確率分布に対する前方車両の走行速度の相対的な位置関係が求められる(ステップS203A)。

[0133] そして、図10に例示するように、例えば、交差点から約「40m」手前における前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の平均値よりも所定速度以上異なる速度 V_{s1} のとき、前方車両による非減速挙動の発生確率は約「3%」となる。そして、この前方車両の走行速度 V_{s1} は同図10に示すように、非減速時の確率分布の例えば95%信頼区間に含まれておらず、同走行速度 V_{s1} が非信頼区間のみに属している。よって、前方車両の走行速度 V_{s1} が非減速時の確率分布の信頼区間に含まれていないときには(図9ステップS204A:NO)、前方車両にて減速挙動が発生しないかが不定であるとして、走行速度フラグが「0」とされる(ステップS207)。

[0134] これに対し、図11に例示するように、例えば、交差点から約「40m」

手前における前方車両の走行速度が非減速時の走行速度の平均値に近似する速度 V_{s2} のとき、前方車両による非減速挙動の発生確率は約「60%」となる。そして、この前方車両の走行速度 V_{s2} は、同図11に示すように、非減速時の確率分布の例えば95%信頼区間に含まれたものとなっている（図9 ステップS204A: YES）。さらに、図12に例示するように、この前方車両の走行速度 V_{s2} は、減速時の確率分布の平均値よりも所定速度以上異なっており、減速時の確率分布の例えば95%信頼区間には含まれていない（図9 ステップS205A: YES）。そして、このように、前方車両の走行速度 V_{s2} が非減速時の信頼区間のみに含まれるときには、同前方車両にて減速挙動が発生しないとして走行速度フラグが「1」とされる（ステップS206）。なお、前方車両の走行速度が非減速時の確率分布の平均値に近づき非減速挙動の発生確率が高まるほど、前方車両にて減速挙動が発生しない旨の予測結果の信頼度は高いものとなる。同様に、前方車両の走行速度が減速時の確率分布の平均値に近づき減速挙動の発生確率が高まるほど、前方車両にて減速挙動が発生する旨の予測結果の信頼度は高いものとなる。

[0135] また一方、図13に例示するように、例えば、交差点から約「40m」手前における前方車両の走行速度が非減速時及び減速時の各平均値から所定速度以上異なる速度 V_{s3} のときには、前方車両の走行速度は、非減速時及び減速時の各確率分布の例えば95%信頼区間のいずれにも含まれている（図9 ステップS204A: YES、S205A: NO）。このときには、前方車両にて減速挙動が発生する確率及び減速挙動が発生しない確率のいずれもが高いものとして、走行速度フラグが「0」とされる（ステップS207）。

[0136] こうして、図9にステップS206として示すように、走行速度フラグが集計されると、例えば、前方車両が向かう交差点もしくは同交差点に交差点形状や道路形状等が類似する交差点における加速度の確率分布、すなわち、先の図2（b）に例示した確率分布が分布データベース150から抽出され

る（ステップS 2 0 9 A）。

[0137] そして、図9～図13に例示した態様で、例えば前方車両が向かう交差点における加速度についての非減速時及び減速時の確率分布と同前方車両の加速度とに基づき、減速確率及び非減速確率が求められる（ステップS 2 1 0 A）。

[0138] 次いで、前方車両の加速度が、減速時の加速度分布の例えば95%信頼区間に含まれ（ステップS 2 1 1 A : YES）、かつ、非減速時の例えば95%信頼区間に含まれていないとき（ステップS 2 1 2 A : YES）、前方車両が向かう交差点にて同前方車両の減速挙動が発生するとして加速度フラグが「-1」とされる。

[0139] 一方、前方車両の加速度が、減速時の加速度分布の例えば95%信頼区間に含まれないとき（ステップS 2 1 1 A : NO）、前方車両による減速挙動の発生が不定であるとして走行速度フラグが「0」とされる（ステップS 2 1 4）。同様に、前方車両の加速度が非減速時及び減速時のいずれの確率分布に含まれているときにも（ステップS 2 1 2 A : NO）、前方車両による減速挙動の発生が不定であるとして減速フラグが「0」とされる（ステップS 2 1 4）。

[0140] こうして、加速度フラグが決定されると、同決定された加速度フラグの結果が集計される（ステップS 2 1 5）。

[0141] その後、先の図8に示したステップS 2 1 6～S 2 2 1が実行されることにより、前方車両にて減速挙動が発生する、減速挙動が発生しない、及び減速挙動の発生の有無が不定であると判断されることとなる。

[0142] 以上説明したように、本実施の形態にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置によれば、前記（1）～（7）、（9）、（10）の効果が得られるとともに、前記（8）に代えて以下の（8A）効果が得られるようになるとともに、さらに以下の（11）の効果が得られるようになる。

[0143] （8A）車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該

車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定した。そして、予測対象とする車両の車両挙動が上記確率分布に属するか否かの判断を、該車両挙動が同確率分布のうちの信頼区間に属するか否かに基づいて行った。これにより、予測結果と予測対象とされた車両の挙動とが一致する確率が好適に向上され、予測結果に対する信頼度が好適に向上されるようになる。また、これにより、上記求めた確率分布を特に加工することなく、この確率分布に信頼区間を事後的に規定するだけで、信頼度の高い予測が実現されるようになる。

[0144] (11) 予測対象とする車両の車両挙動の確率分布における相対的な位置関係を、車両挙動の発生確率及び非発生確率として求めた。このため、車両挙動の発生の予測のみならず、車両挙動の発生確率に基づき、車両挙動の予測結果の信頼度を合わせて判定することが可能となる。これにより、例えば、車両挙動の発生確率及び非発生確率が、例えば約「60」%であるときには、予測結果と予測対象とする車両の車両挙動とが一致する蓋然性が高いと評価することが可能となる。また、信頼区間には属しているものの、車両挙動の発生確率及び非発生確率が例えば約「30」%未満であるときには、予測結果と予測対象とする車両の車両挙動とが一致する蓋然性が低いと評価することが可能となる。このように、車両挙動の発生確率及び非発生確率を求めることで、予測結果に対する重み付けを行うことが可能となる。

[0145] (第3の実施の形態)

次に、本発明にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の第3の実施の形態を、第1の実施の形態との相違点を中心に、先の図1に対応する図14を参照して説明する。なお、本実施の形態にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置も、その基本的な構成は第1の実施の形態と同等であり、図14においても第1の実施の形態と実質的に同一の要素にはそれぞれ同一の符号を付して示し、重複する説明は割愛する。

[0146] 図14に示すように、本実施の車両100に搭載される車載制御装置14

０Ａは、上記走行環境特定部１４２、分布演算部１４３、データベース作成部１４４、車両挙動予測部１４５、及び分布データベース１５０が割愛された構成となっている。また、本実施の形態の車両１００には、プローブ情報通信システムの管理センター２００に設けられたセンター通信機２０１との通信機能を有した車両用通信機１７０が搭載されている。

[0147] 一方、管理センター２００には、各種演算処理が実行される演算処理装置２１０が搭載されている。本実施の形態の演算処理装置２１０には、上記走行環境特定部１４２、分布演算部１４３、データベース作成部１４４、及び車両挙動予測部１４５に相当する走行環境特定部２１１、分布演算部２１２、データベース作成部２１３、及び車両挙動予測部２１４が設けられている。このうち、走行環境特定部２１１は、上記道路地図データ１４２ａに相当する道路地図データ２１１ａを有している。また、分布演算部２１２は、上記信頼区間規定部１４３ａに相当する信頼区間規定部２１２ａを有している。さらに、車両挙動予測部２１４は、上記類似地点抽出部１４５ａに相当する類似地点抽出部２１４ａを有している。また、管理センター２００には、上記分布データベース１５０に相当する分布データベース２２０が設けられている。

[0148] 次に、本実施の形態の車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置の作用を説明する。

[0149] まず、管理センター２００は、車両１００をはじめとする複数台の車両との通信を通じて、各車両の走行速度や加速度等の車両状態を示す車両状態情報と該当する走行地点の緯度経度を示す位置情報とを取得する。

[0150] 演算処理装置２１０は、管理センター２００に集約された車両状態情報及び位置情報に基づいて各車両の走行環境を特定し、特定した地点における車両挙動についての確率分布を適宜作成する。また、演算処理装置２１０は、作成した確率分布を分布データベース２２０に適宜登録する。

[0151] そして、演算処理装置２１０は、例えば、車両１００から同車両１００の進行方向前方を走行する前方車両の車両挙動の予測要求を受信し、車両１０

0から送信されてくる前方車両の車両状態情報及び位置情報を車両100もしくは前方車両との通信を通じて取得すると、同取得した情報に基づいて前方車両の車両挙動を予測する。次いで、管理センター200は、予測結果を車両100に配信する。

[0152] 車両100では、車両用通信機170が予測結果を受信すると、この予測結果が運転支援部160に入力される。そして、運転支援部160では、この予測結果に基づいて各種運転支援が行われる。

[0153] 以上説明したように、本実施の形態にかかる車両挙動予測装置及び車両挙動予測方法、並びに運転支援装置によれば、前記(1)～(10)の効果が得られるとともに、さらに以下の効果が得られるようになる。

[0154] (12) 車両挙動の予測に必要な情報を管理センター200に集約させ、この管理センター200にて確率分布の作成、及び車両挙動の予測を行った。このため、車両挙動の予測に必要な情報を複数台の車両から容易に収集することが可能となり、広域なエリアにおける確率分布の作成、及び車両挙動の予測を実現することが可能となる。これにより、豊富な確率分布を用いて車両挙動の予測を行うことが可能となり、車両挙動を予測可能な局面が増大するようになる。また、上記構成では、管理センター200で専属して確率分布の作成及び車両挙動の予測を行うことが可能となり、高機能な演算処理装置や大容量のデータベースを管理センター200に設けることが容易となる。これにより、確率分布の作成や車両挙動の予測をより高速かつ高精度に行うことが可能となり、作成された確率分布についても分布データベース220に大量に登録することが可能となる。

[0155] (他の実施の形態)

なお、上記各実施の形態は、以下のような形態をもって実施することもできる。

[0156] ・上記第3の実施の形態では、前方車両情報取得部130を車両100に設ける構成とした。これに限らず、車両挙動の予測結果の提供対象となる車両100の進行方向前方を走行する前方車両を、例えば車両100の緯度経

度情報に基づいて特定してもよい。そして、この特定した前方車両と管理センター２００との通信を通じて、車両挙動の予測に必要な前方車両の走行速度や加速度を示す情報を管理センター２００に取得させるようにしてもよい。これによれば、車両１００では、前方車両の走行速度や加速度を検出する必要がないため、同車両１００に搭載された前方車両情報取得部１３０を割愛することが可能となる。

[0157] ・上記各実施の形態では、前方車両の緯度経度を、同前方車両に後続する車両１００に搭載されたGPS１２１及びミリ波レーダー１３１の検出結果に基づき取得した。これに限らず、車両１００と前方車両との車車間通信を通じて、前方車両の緯度経度情報を取得することとしてもよい。

[0158] ・上記各実施の形態では、前方車両情報取得部１３０を、ミリ波レーダー１３１及び車両用通信機１３２によって構成した。これに限らず、前方車両情報取得部１３０を、ミリ波レーダー１３１もしくは車両用通信機１３２の一方のみによって構成してもよい。また、前方車両情報取得部１３０を、車両１００の周辺環境を撮像する車両用カメラによって構成してもよい。要は、前方車両情報取得部１３０とは、走行速度や加速度等の車両挙動の変化を示す要素を取得可能な手段であればよい。

[0159] ・上記第１及び第３の各実施の形態では、車両挙動の予測に際し、減速時及び非減速時の確率分布の相違が顕著になる交差点手前約「４０ｍ」～約「２０ｍ」における前方車両の走行速度及び加速度を用いることとした。そして、図３及び図４に例示したように、この走行区間における確率分布に前方車両の走行速度及び加速度の推移が含まれるか否かに基づいて、前方車両の車両挙動を予測した。これに限らず、例えば、例えば、図３、図４に例示した減速時もしくは非減速時の確率分布に、前方車両の走行速度もしくは加速度の推移が例えば約６０％以上属するか否かに基づいて、前方車両の走行速度もしくは加速度が減速時もしくは非減速時の確率分布に含まれると判定するようにしてもよい。また、例えば、上記第２の実施の形態と同様に、例えば、交差点の手前から所定距離離れた一地点の走行速度及び減速度、並びに

それらの確率分布を用いて、車両挙動の予測を行うこととしてもよい。

[0160] ・上記第2の実施の形態では、一例として、交差点の手前約「40 m」における前方車両の走行速度及び加速度と確率分布とに基づいて同前方車両の挙動を予測した。これに限らず、車両挙動の予測に用いる予測対象車両の走行速度及び加速度、並びに確率分布とは、減速時及び非減速時の確率分布の相違が生じる地点のものであればよい。すなわち、交差点の手前約「40 m」から近い地点のものであっても、交差点の手前約「40 m」よりも遠い地点のものであっても、車両挙動の予測に用いることが可能である。また、上記第1及び第3の各実施の形態と同様に、例えば、交差点手前の所定の走行区間における前方の走行速度及び加速度の推移、並びに、同走行区間における走行速度及び加速度の確率分布に基づいて、車両挙動の予測を行うようにしてもよい。

[0161] ・上記各実施の形態では、走行速度及び加速度についての確率分布を、車両100及び同車両100の前方車両の走行速度及び加速度に基づき作成した。これに限らず、車両100のみ、もしくは前方車両のみの走行速度及び加速度に基づいてそれらの確率分布を作成するようにしてもよい。

[0162] ・上記各実施の形態では、予測対象車両が減速しないことについての予測に走行速度の確率分布を用いることとし、予測対象車両が減速することについての予測に加速度の確率分布を用いることとした。逆に、予測対象車両が減速しないことについての予測に加速度の確率分布を用いることとし、予測対象車両が減速することについての予測に走行速度の確率分布を用いることとしてもよい。また一方、先の図3及び図4に例示したように、交差点等の減速地点から遠い地点においては、加速度の確率分布の方が走行速度の確率分布よりも減速時及び非減速時における相違が顕著となり、交差点等の減速地点から近づくほど、走行速度の確率分布の方が加速度の確率分布よりも減速時及び非減速時における相違が顕著となっている。よって、こうした特性を踏まえ、例えば、交差点等の減速地点から所定距離以上離れた地点での車両挙動の予測には、予測対象車両の加速度と同地点での加速度についての確

率分布とを用いて、減速挙動の発生の有無を予測するようにしてもよい。また、例えば、交差点等の減速地点から所定距離以上近づいた地点での車両挙動の予測には、予測対象車両の走行速度と同地点での走行速度についての確率分布とを用いて、減速挙動の発生の有無を予測するようにしてもよい。これによれば、減速地点から手前の所定区間において変化する走行速度及び加速度の確率分布の特性に応じて、走行速度及び加速度の各確率分布を用いた車両挙動の予測を行うことが可能となる。これにより、車両挙動の予測精度の向上が図られるようになる。

[0163] ・上記各実施の形態では、交差点における減速挙動に応じて変化する走行速度及び加速度の確率分布を作成し、交差点における予測対象車両の車両挙動を予測した。これに限らず、例えば、一時停止位置や踏切、高速道路等に設けられた料金所、複数の道路の合流地点やカーブ等、特定の運転操作が行われることに起因して特定の車両挙動が発生する走行地点における確率分布を作成し、この作成した確率分布に基づいて同走行地点における車両挙動の予測を行うこととしてもよい。

[0164] ・上記各実施の形態では、確率分布の信頼区間として95%を規定した。これに限らず、信頼区間とは、96%以上であっても94%以下であってもよい。また、信頼区間として、100%を設定することも可能である。

[0165] ・上記第3の実施の形態では、管理センター200にて作成された確率分布と予測された車両挙動の予測結果とを、要求のあった車両100に配信した。これに限らず、先の図14に対応する図として例えば図15に示すように、スマートフォン等をはじめとする携帯情報端末やパーソナルコンピュータからなる情報端末300に、管理センター200にて作成された運転モデルや運転技量の評価結果を配信するようにしてもよい。この構成では、例えば車両100に搭乗する情報端末300のユーザによって車両挙動の予測要求が情報端末300を介して行われると、要求情報が端末通信機301から管理センター200に送信される。そして、この要求情報の応答として、例えば車両100の進行方向前方を走行する前方車両の予測結果が情報端末3

00に配信される。また、情報端末300では、上記運転支援部161に準じた機能を有する運転支援部302による所定の演算を通じて、予測結果が情報端末300に搭載された音声装置303や表示装置304による音声案内や画像案内として情報端末300のユーザに報知される。また、この場合には、同図15に例示するように、車両100の運転支援部160を割愛する構成とすることもできる。

[0166] ・また、同図15に対応する図として図16に例示するように、車両100にて収集された車両100や前方車両の車両状態情報や位置情報を、端末通信機301と車両100の車両用通信機170との有線通信もしくは無線通信を通じて情報端末300に一旦保有させるようにしてもよい。そして、この情報端末300に保有させた情報を、情報端末300の端末通信機301と管理センター200のセンター通信機201との無線通信を通じて、情報端末300から管理センター200に送信するようにしてもよい。また、情報端末300を予測結果の中継器として利用し、管理センター200から情報端末300に配信された予測結果を車両100に転送させ、この予測結果を車両100で利用させることもできる。これによれば、通信機能を既に有している情報端末300を利用して、車両挙動の予測に必要な情報を管理センター200に集約することが可能となり、運転モデルの作成に必要な情報の収集源の拡充が図られるようになる。なお、この他、情報端末300にGPS等が設けられているとき、このGPSの検出結果に基づいて車両100の走行位置や走行速度、加速度等を取得してもよい。同様に、情報端末300に走行速度センサや加速度センサ等が設けられているとき、それら各センサの検出結果に基づいて車両100の走行位置や走行速度、加速度等を取得してもよい。そして、この情報端末300が取得した車両100の走行位置や走行速度、加速度等を示す情報を、上記走行状態情報として確率分布の算出等に用いてもよい。これによれば、情報端末300単体で走行状態情報を取得し、この情報端末300が取得した走行状態情報を同情報端末300から管理センター200に直接送信することが可能となる。さらに、上記分

布演算部 143 や車両挙動予測部 145、分布データベース 150 等を情報端末 300 に設ける構成としてもよい。これによれば、車両 100 から走行状態情報を取得せずとも、情報端末 300 単体で走行状態情報の取得や確率分布の作成、車両挙動の予測等を情報端末 300 単体で行うことが可能となる。

[0167] ・上記各実施の形態では、特定の運転操作に基づく車両挙動が発生したとき、走行地点もしくは走行地点の特徴の別に確率分布を作成した。これに限らず、例えば、車両挙動の予測を要する走行地点や走行地点の特徴を予め規定し、この規定した走行地点や走行地点の特徴における確率分布のみを作成することとしてもよい。これによれば、確率分布が無数に作成されることなく、車両挙動の予測に用いられる利用可能性の高に確率分布のみが作成されることとなる。これにより、分布データベース 150、220 の容量の低減が図られることとなり、確率分布の作成にかかる演算負荷の軽減が図られることとなる。

[0168] ・上記各実施の形態では、走行地点の緯度経度や走行地点の特徴の別に確率分布を作成した。そして、車両挙動の予測に際しては、予測対象とする走行地点の緯度経度もしくは走行地点の特徴を特定し、この特定した緯度経度もしくは走行地点の特徴に共通する確率分布を用いて車両挙動の予測を行った。これに限らず、上記道路地図データ 142 a 及び 211 a を備える走行環境特定部 142 及び走行環境特定部 211 を割愛する構成とし、走行地点の緯度経度の別のみに確率分布を作成してもよい。そして、車両挙動の予測を、予測対象とする車両の緯度経度と同緯度経度における確率分布とに基づいて行ってもよい。逆に、走行地点の特徴の別のみに確率分布を作成してもよい。そして、車両挙動の予測を、予測対象とする車両の走行地点と特徴の共通する地点における確率分布に基づいて行ってもよい。また、上記走行状態情報に車両の走行地点及び該走行地点の特徴を示す情報を含まないこととし、適宜作成される確率分布を走行地点や走行地点の特徴の別に分類することなく上記分布データベース 150、220 に登録するようにしてもよい。

この場合には、車両挙動の予測に際しては、例えば、予測対象とする車両と走行速度や加速度が共通もしくは類似する走行速度や加速度をもとに作成された確率分布が分布データベース150、220から抽出される。

- [0169] ・上記各実施の形態では、走行速度及び加速度の変化といった2つの要素の確率分布に基づいて車両挙動の予測を行った。これに限らず、車両挙動の予測を、走行速度及び加速度のいずれか一つの要素の確率分布に基づいて行ってもよい。すなわち、先の図7及び図8に対応する図として図17に例示するように、例えば、走行速度の減速時及び非減速時における確率分布が作成される（ステップS300）。次いで、例えば、予測対象とする前方車両の走行速度と同車両の走行地点とを示す情報が取得されると（ステップS301）、同前方車両の走行地点もしくは同走行地点と特徴の共通する地点における走行速度についての減速時及び非減速時の各確率分布が分布データベース150、220から抽出される（ステップS302）。そして、この抽出された各確率分布に対する前方車両の走行速度の相対的な位置関係が求められる（ステップS303）。この結果、前方車両の走行速度が非減速時における確率分布の信頼区間のみに含まれているとき（ステップS304：YES）、前方車両にて減速挙動が発生しないと予測される（ステップS305）。一方、前方車両の走行速度が減速時における確率分布の信頼区間のみに含まれているとき（ステップS304：NO、S306：YES）、前方車両にて減速挙動が発生しないと予測される（ステップS307）。また一方、前方車両の走行速度が減速時及び非減速時の確率分布の信頼区間のいずれにも含まれているとき、もしくは、いずれの確率分布の信頼区間にも含まれていないときには（ステップS306：NO）、前方車両の車両挙動が不定であると判定されることとなる（ステップS308）。そして、車両挙動の予測に用いられる要素が加速度であるときにも、ステップS301～ステップS308が実行されることにより、加速度に基づいた車両挙動の予測が行われることとなる。これによれば、走行速度もしくは加速度についての確率分布を作成し、予測対象とする車両の走行速度もしくは加速度のみを取得

すればよい。よって、予測対象とする車両の予測をより簡易な処理によって行うことが可能となる。

[0170] ・上記第3の実施の形態では、分布演算部212、車両挙動予測部214、及び分布データベース220を管理センター200に設ける構成とした。これに限らず、例えば、分布演算部212及び分布データベース220を管理センター200に設け、車両挙動予測部145を車両100に設ける構成としてもよい。この構成では、車両挙動予測部145は、車両挙動の予測に際し、車両挙動の予測に必要な確率分布を管理センター200から取得する。そして、車両挙動予測部145は、この取得した確率分布を用いて予測対象とする車両の車両挙動を予測する。これによっても、車両100では、予測対象とする車両の予測処理を行うだけでよく、車両挙動の予測にかかる演算負荷が軽減され、車載制御装置140等の処理負荷が軽減されることとなる。また、上記各実施の形態において、車両100が走行する頻度の高い走行地点もしくは同走行地点と特徴の類似する地点における確率分布のみを車両100に保有させることとしてもよい。これによれば、車両100では、利用頻度の高い確率分布のみを保有すればよく、確率分布を登録するための記憶領域の縮小化が図られることとなる。

[0171] ・上記各実施の形態では、減速地点における減速挙動の発生の有無を予測した。これに限らず、例えば、交差点での右折、左折、及び直進時に取得される車両の走行状態や、発進時における車両の走行状態に基づいて上記確率分布を作成し、この作成した確率分布に基づいて予測対象とする車両の右折、左折、及び直進、並びに発進等を予測することとしてもよい。また、この他、道路上に存在する交通要素に応じて発生する車両挙動であれば、上記確率分布を用いて予測することは可能である。

[0172] ・上記各実施の形態では、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とを用いて車両挙動の予測を行った。これに限らず、複数種の確率分布を用いて車両挙動を予測するものであればよく、例えば、減速時における走行速度の確率分布と同じく減速時に

おける加速度の確率分布とに基づいて車両挙動の予測を行うこととしてもよい。同様に、例えば、非減速時における走行速度の確率分布と同じく減速時における非加速度の確率分布とに基づいて車両挙動の予測を行うこととしてもよい。これによれば、例えば、予測対象とする車両の走行速度及び加速度が、減速時における走行速度及び加速度についての各確率分布に含まれるとき、同車両が特定の車両挙動を示すと予測される。同様に、予測対象とする車両の走行速度及び加速度が、非減速時における走行速度及び加速度についての各確率分布に含まれるとき、同車両が特定の車両挙動を示さないと予測される。また、例えば、予測対象とする車両の走行速度が減速時における走行速度についての確率分布に含まれるものの、予測対象とする車両の加速度が減速時における走行速度についての確率分布に含まれないときには、同車両の車両挙動が不定であると判別される。また一方、例えば、予測対象とする車両の走行速度が非減速時における走行速度についての確率分布に含まれるものの、予測対象とする車両の加速度が非減速時における走行速度についての確率分布に含まれないときにも、同車両の車両挙動が不定であると判別される。

- [0173] ・上記各実施の形態では、車両挙動の予測を、車両挙動の変化を示す要素に基づき作成した確率分布を用いて行った。これに限らず、例えば、図18(a)及び(b)に例示するように、例えば、交差点SC等の特定の交通要素を走行する車両100等の例えば走行速度や加速度等に基づいて、減速時の車両挙動パターン L_y と非減速時の車両挙動パターン L_n との相反する車両挙動パターンを作成することとしてもよい。そして、例えば、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が推移 L_1 であり、この推移 L_1 が減速時の車両挙動パターン L_y とマッチングし、かつ、非減速時の車両挙動パターン L_n とマッチングしないとき、同車両にて減速挙動が発生すると予測してもよい。例えば、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が推移 L_2 であり、この推移 L_2 が非減速時の車両挙動パターン L_n とマッチングし、かつ、減速時の車両挙動パターン L_y とマッチングしないとき、同車両にて減速挙

動が発生しないと予測してもよい。一方、車両挙動の予測対象とする車両の走行速度が推移L 3であり、この推移L 3が減速時の車両挙動パターンL yと非減速時の車両挙動パターンL nとのいずれともマッチングするとき、同車両の挙動が不定であると判定するようにしてもよい。これによれば、予測対象とする車両の車両挙動パターンと減速時の車両挙動パターンL y及び非減速時の車両挙動パターンL nとの双方とのマッチングを通じて車両挙動が予測されることとなり、減速時の車両挙動パターンL y及び非減速時の車両挙動パターンL nのいずれかのパターンにだけマッチングするだけでは車両挙動の発生及び不発生が予測されないこととなる。これにより、相反する2つの車両挙動のパターンを用いて車両挙動が予測されることにより、車両挙動の予測精度の向上が図られることとなる。また、これにより、減速挙動の発生及び不発生のいずれもが発生し得るときには、車両挙動が不定であると判定されることにより、車両挙動の予測を、特定の車両挙動の発生及び不発生、並びに不定といった3段階で行うことが可能となる。なお、この場合には、上記分布演算部143、212が上記演算部に相当する。

[0174] ・上記各実施の形態では、予測対象とする車両として車両100の進行方向前方を走行する前方車両の車両挙動を予測した。これに限らず、例えば、車両100の走行状態を示す情報を取得し、この取得した情報と確率分布とに基づいて同車両100の車両挙動を予測することとしてもよい。これによれば、例えば、この予測結果に基づき車両100の減速挙動が予測されるときには、この予測結果に基づいて減速支援が実行される。また、例えば、車両挙動の予測対象とは、車両100に後続する車両や車両100に並行して走行する車両であってもよい。

[0175] ・上記各実施の形態では、車両100に運転支援部161を設け、この運転支援部161による運転支援を実行した。これに限らず、運転支援部161を割愛する構成とし、車両挙動の予測結果に基づく駆動系の運転支援を行わないこととしてもよい。この構成では、例えば、車両挙動の予測結果が、音声案内や画像案内を通じてドライバに報知されることとなる。

符号の説明

[0176] 100…車両、110…車両状態検出部、111…車速センサ、112…加速度センサ、120…走行環境検出部、121…GPS、130…前方車両情報取得部、131…ミリ波レーダー、132…車両用通信機、140…車載制御装置、140A…車載制御装置、141…システム制御部、142…走行環境特定部、142a…道路地図データ、143…分布演算部、143a…信頼区間規定部、144…データベース作成部、145…車両挙動予測部、145a…類似地点抽出部、150…分布データベース、160…運転支援部、161…運転支援部、162…音声装置、163…表示装置、170…車両用通信機、200…管理センター、201…センター通信機、210…演算処理装置、211…走行環境特定部、211a…道路地図データ、212…分布演算部、212a…信頼区間規定部、213…データベース作成部、214…車両挙動予測部、214a…類似地点抽出部、220…分布データベース、300…情報端末、301…端末通信機、302…運転支援部、303…音声装置、304…表示装置。

請求の範囲

- [請求項1] 車両の走行状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する車両挙動予測装置であって、
- 前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき車両挙動の発生確率を示す複数種の確率分布を求める分布演算部と、
- 予測対象とする車両の車両挙動の前記複数種の確率分布に対する相対的な位置関係を求め、該求めた相対的な位置関係に基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測する車両挙動予測部と、
- を備えることを特徴とする車両挙動予測装置。
- [請求項2] 前記複数種の確率分布は、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とからなる
- 請求項1に記載の車両挙動予測装置。
- [請求項3] 前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測する
- 請求項2に記載の車両挙動予測装置。
- [請求項4] 前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両の車両挙動を示さないか否かが不定であると判別する
- 請求項2または3に記載の車両挙動予測装置。
- [請求項5] 前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属

し、かつ、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測する

請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置。

[請求項6]

前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すか否かが不定であると判別する

請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置。

[請求項7]

前記車両挙動が、車両の減速挙動であり、

前記分布演算部は、前記走行状態情報として前記車両の走行速度及び加速度を示す情報を収集するとともに、該収集した車両の走行速度及び加速度の別に複数種の確率分布を求め、

前記車両挙動予測部は、前記車両挙動が実行されないことについての予測を前記走行速度に基づく確率分布を用いて行い、前記車両挙動が実行されることについての予測を前記加速度に基づく確率分布を用いて行う

請求項 2 ～ 6 のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置。

[請求項8]

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置において、

前記分布演算部は、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する信頼区間規定部をさらに備え、

前記車両挙動予測部は、前記信頼区間内の確率分布を用いて予測対象とする車両の車両挙動を予測する

ことを特徴とする車両挙動予測装置。

[請求項9]

請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置において、

前記分布演算部は、前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する信頼区間規定部をさらに備え、

前記車両挙動予測部は、前記予測対象とする車両の車両挙動が前記確率分布に属するか否かの判断を、該車両挙動が前記確率分布のうちの前記信頼区間に属するか否かに基づいて行う

ことを特徴とする記載の車両挙動予測装置。

[請求項10] 前記走行状態情報には、車両の走行地点及び該走行地点の特徴の少なくとも1つを示す情報が含まれ、

前記分布演算部は、前記複数種の確率分布を前記走行地点もしくは該走行地点の特徴の別に求め、

前記車両挙動予測部は、前記車両挙動の予測に際して、予測対象とする車両の走行地点もしくは該走行地点の特徴を識別し、該識別結果と共通する走行地点もしくは該走行地点の特徴について前記分布演算部が求めた複数種の確率分布を前記車両挙動の予測に用いる

請求項1～9のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置。

[請求項11] 前記走行状態情報は、無線通信機能を有する複数の車両からプローブ情報通信システムの管理センターに転送された情報に基づき取得されるものであり、

前記分布演算部及び前記車両挙動予測部の少なくとも一つが前記管理センターに搭載され、前記確率分布及び前記予測対象とする車両挙動の予測結果の少なくとも一方を示す情報が、要求に応じて前記管理センターから提供される

請求項1～10のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置。

[請求項12] 車両挙動の予測結果に基づきドライバの運転を支援する運転支援装置であって、

請求項1～11のいずれか一項に記載の車両挙動予測装置を用いて運転支援対象とする車両もしくは該車両の進行方向前方を走行する前

方車両の車両挙動を予測し、該予測した車両挙動に基づいた運転支援
を実行する運転支援部を備える

ことを特徴とする運転支援装置。

[請求項13] 車両の走行状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する
車両挙動予測方法であって、

前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき車両挙動の発生確率を示す複数種の確率分布を求める分布演算ステップと、

予測対象とする車両の車両挙動の前記複数種の確率分布に対する相対的な位置関係を求め、該求めた相対的な位置関係に基づいて予測対象とする車両の車両挙動を予測する予測ステップと、を含む

ことを特徴とする車両挙動予測方法。

[請求項14] 前記複数種の確率分布として、特定の車両挙動の発生時における確率分布と該特定の車両挙動の非発生時における確率分布とを用いる

請求項13に記載の車両挙動予測方法。

[請求項15] 前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示さないと予測する

請求項14に記載の車両挙動予測方法。

[請求項16] 前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布と同特定の車両挙動の発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両の車両挙動を示さないか否かが不定であると判別する

請求項14または15に記載の車両挙動予測方法。

[請求項17] 前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属し、かつ、前記特定の車両挙動の非発生時における確率分布に属さないとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すと予測する

請求項14～16のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法。

[請求項18] 前記予測ステップにおいて、前記予測対象とする車両の車両挙動の相対的な位置関係が、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布に属さないとき、もしくは、前記特定の車両挙動の発生時における確率分布と同特定の車両挙動の非発生時における確率分布とに共に属するとき、前記予測対象とする車両が該当する車両挙動を示すか否かが不定であると判別する

請求項14～17のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法。

[請求項19] 前記車両挙動として、車両の減速挙動を選定し、

前記分布演算ステップにおいて、前記走行状態情報として前記車両の走行速度及び加速度を示す情報を収集するとともに、該収集した車両の走行速度及び加速度の別に複数種の確率分布を求め、

前記予測ステップにおいて、前記車両挙動が実行されないことについての予測を走行速度に基づく確率分布を用いて行い、前記車両挙動が実行されることについての予測を加速度に基づく確率分布を用いて行う

請求項14～18のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法。

[請求項20] 請求項13～19のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法において、

前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する規定ステップをさらに含み、

前記予測ステップにおいて、前記確率分布として前記信頼区間内の

確率分布を用いて前記車両挙動を予測する

ことを特徴とする車両挙動予測方法。

[請求項21] 請求項14～19のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法において、

前記車両挙動の平均値を示す前記確率分布の中央から所定区間を当該車両挙動の発生確率についての信頼区間として規定する規定ステップをさらに含み、

前記予測ステップにおいて、予測対象とする車両の車両挙動が前記確率分布に属するか否かの判断を、該車両挙動が前記確率分布のうちの前記信頼区間に属するか否かに基づいて行う

ことを特徴とする車両挙動予測方法。

[請求項22] 前記走行状態情報として、車両の走行地点及び該走行地点の特徴の少なくとも1つを示す情報を選定し、

前記分布演算ステップにおいて、前記複数種の確率分布を前記走行地点もしくは該走行地点の特徴の別に求め、

前記予測ステップは、予測対象とする車両の走行地点もしくは該走行地点の特徴を識別する識別ステップと、該識別ステップによる識別結果と共通する走行地点もしくは該走行地点の特徴についての複数種の確率分布を前記分布演算ステップにて求めた確率分布の中から選定する選定ステップとをさらに含み、該選定ステップにて選定した確率分布を前記車両挙動の予測に用いる

請求項13～21のいずれか一項に記載の車両挙動予測方法。

[請求項23] 車両の走行状態を示す走行状態情報に基づいて車両挙動を予測する車両挙動予測装置であって、

前記走行状態情報を収集するとともに該収集した走行状態情報に基づき相反する車両挙動を示す2つの車両挙動パターンを作成する演算を行う演算部と、

予測対象とする車両の車両挙動と前記2つの車両挙動パターンとの

パターンマッチングを通じて予測対象とする車両の車両挙動を予測する車両挙動予測部と、

を備えることを特徴とする車両挙動予測装置。

[請求項24]

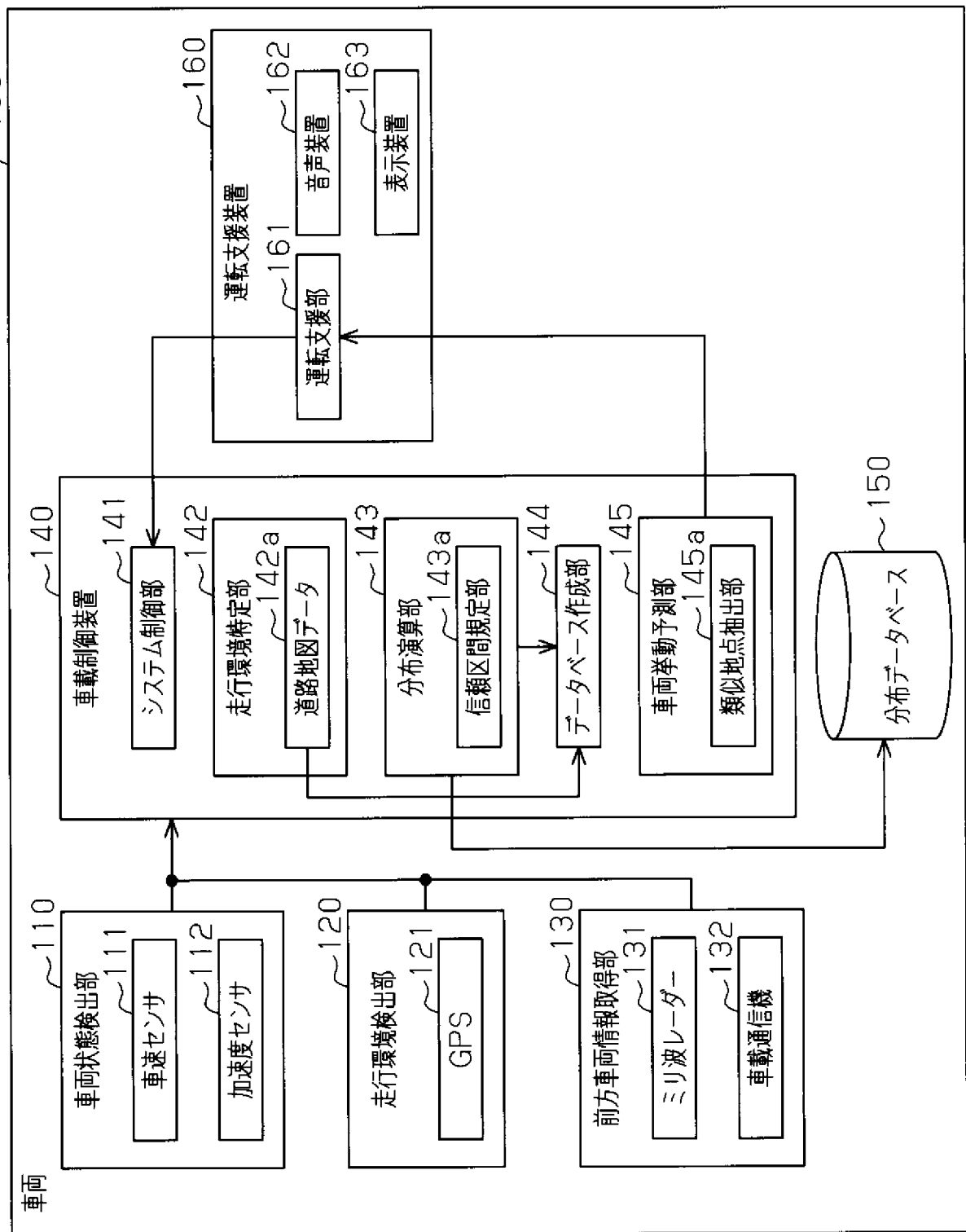
前記車両挙動予測部は、

a. 前記予測対象とする車両の車両挙動が、特定の車両挙動の車両挙動パターンにマッチングし、かつ、該特定の車両挙動に相反する車両挙動パターンにマッチングしないとき、予測対象とする車両が前記マッチングした車両挙動パターンに追従した車両挙動を示すと予測し、

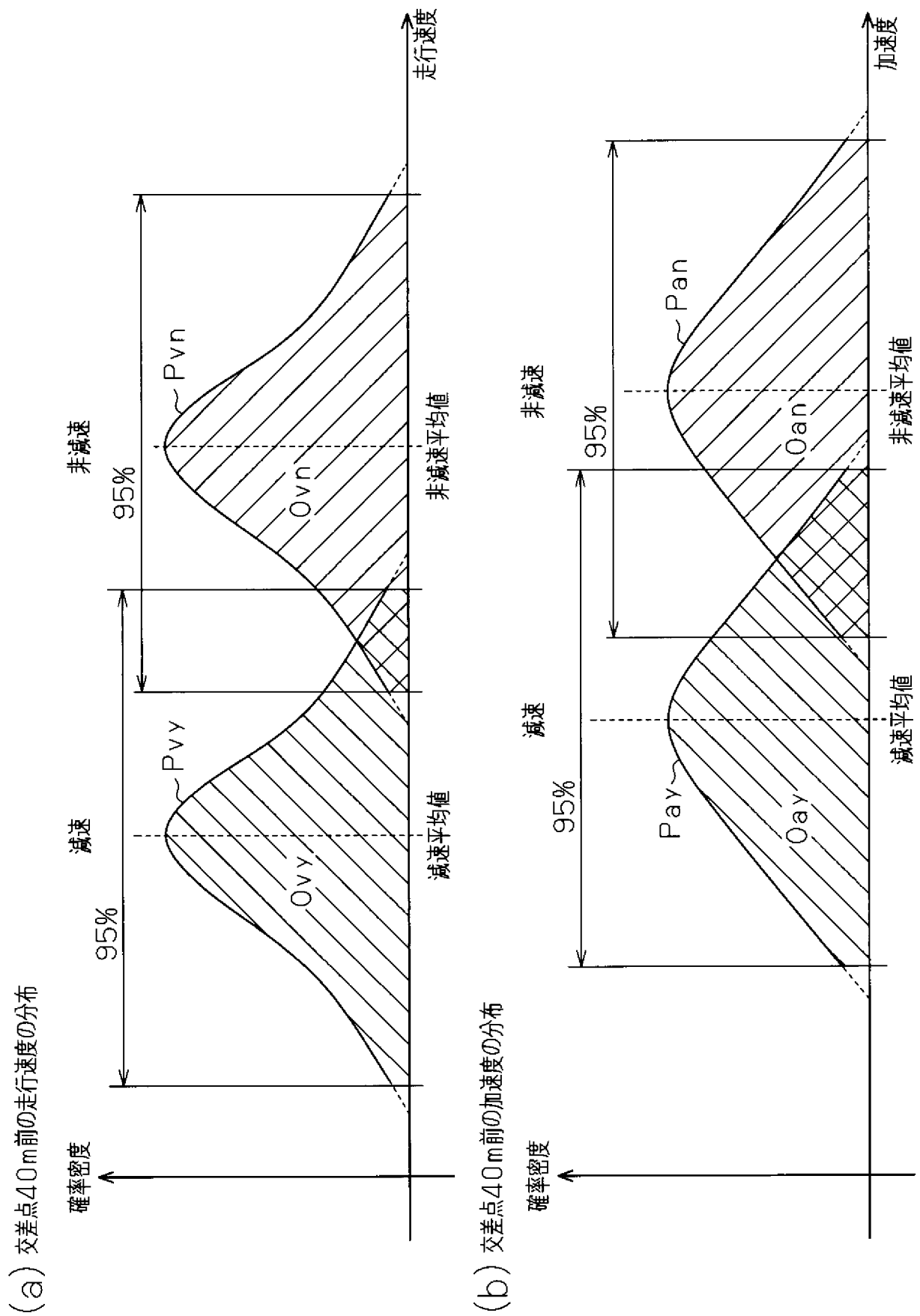
b. 前記予測対象とする車両の車両挙動が、前記相反する2つの車両挙動パターンに共にマッチングするとき、該車両の車両挙動が不定であると判別する

請求項23に記載の車両挙動予測装置。

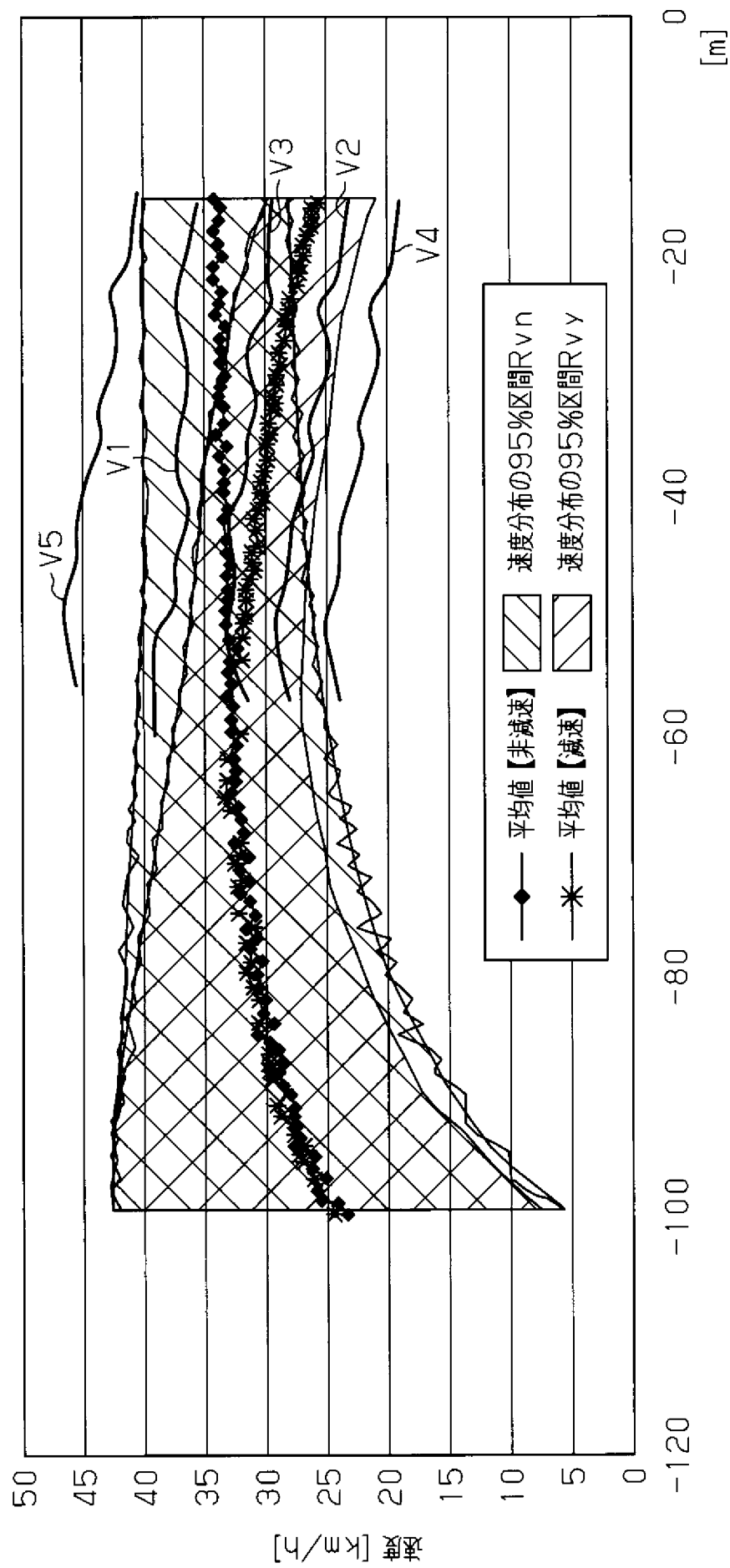
[図1]



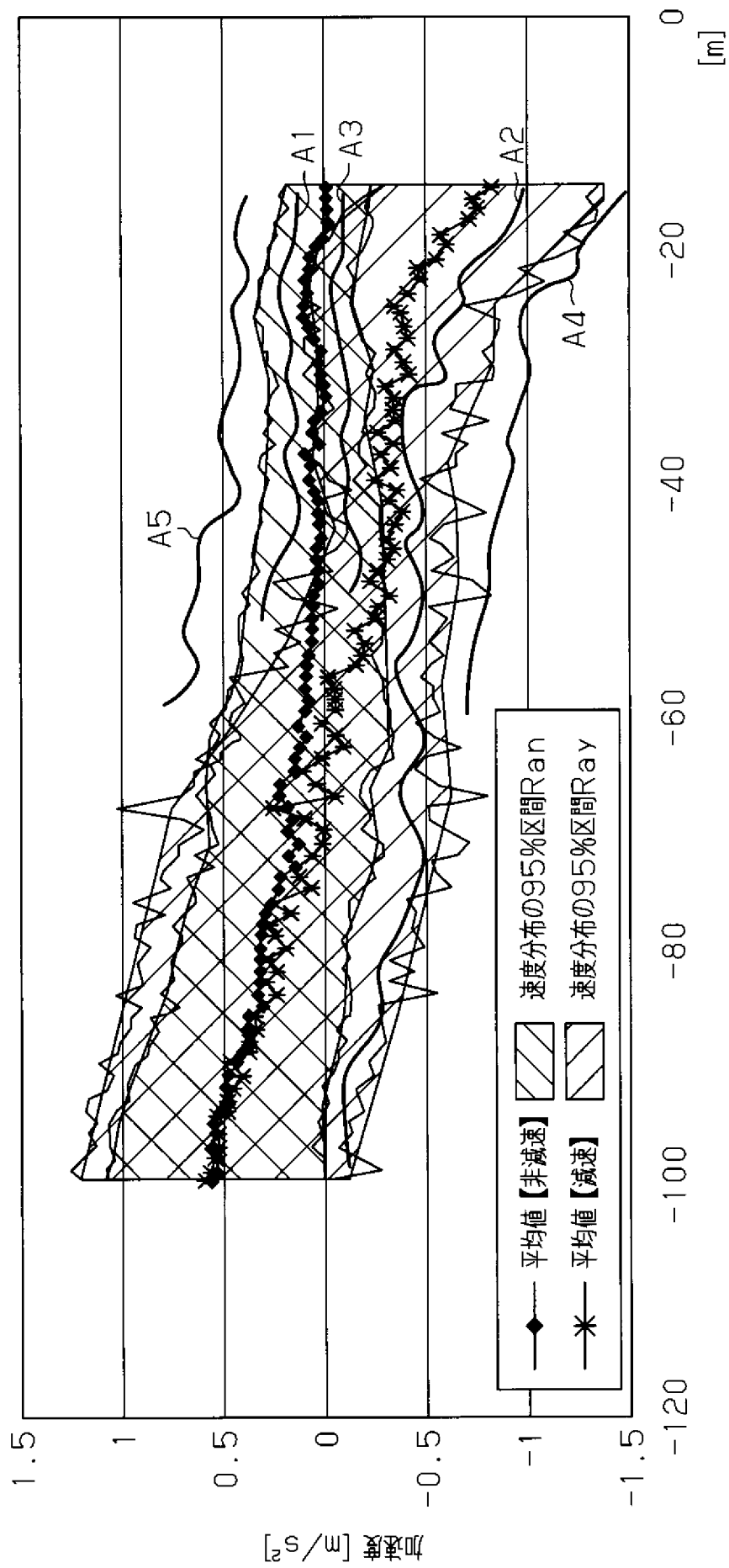
[図2]



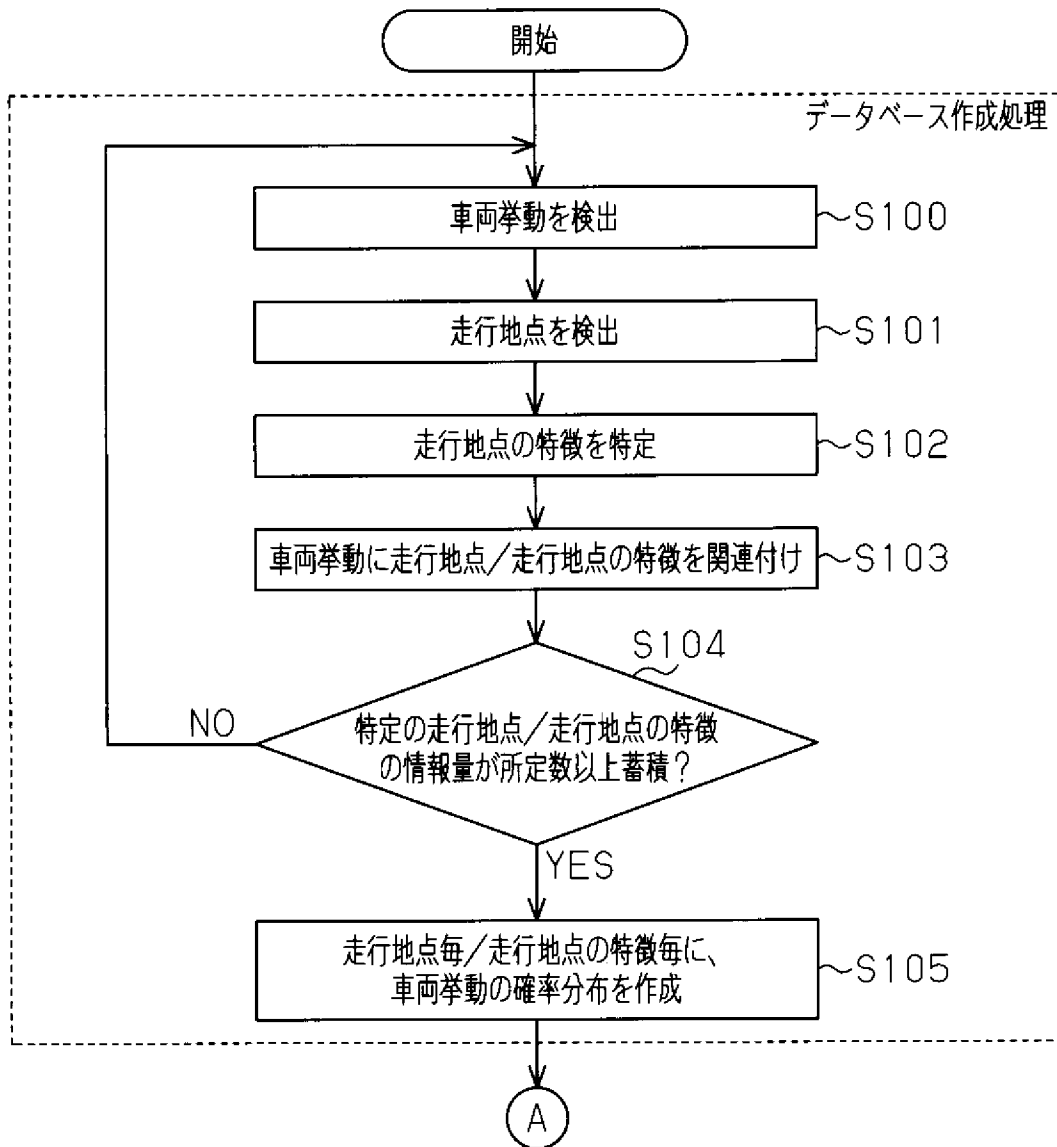
[図3]



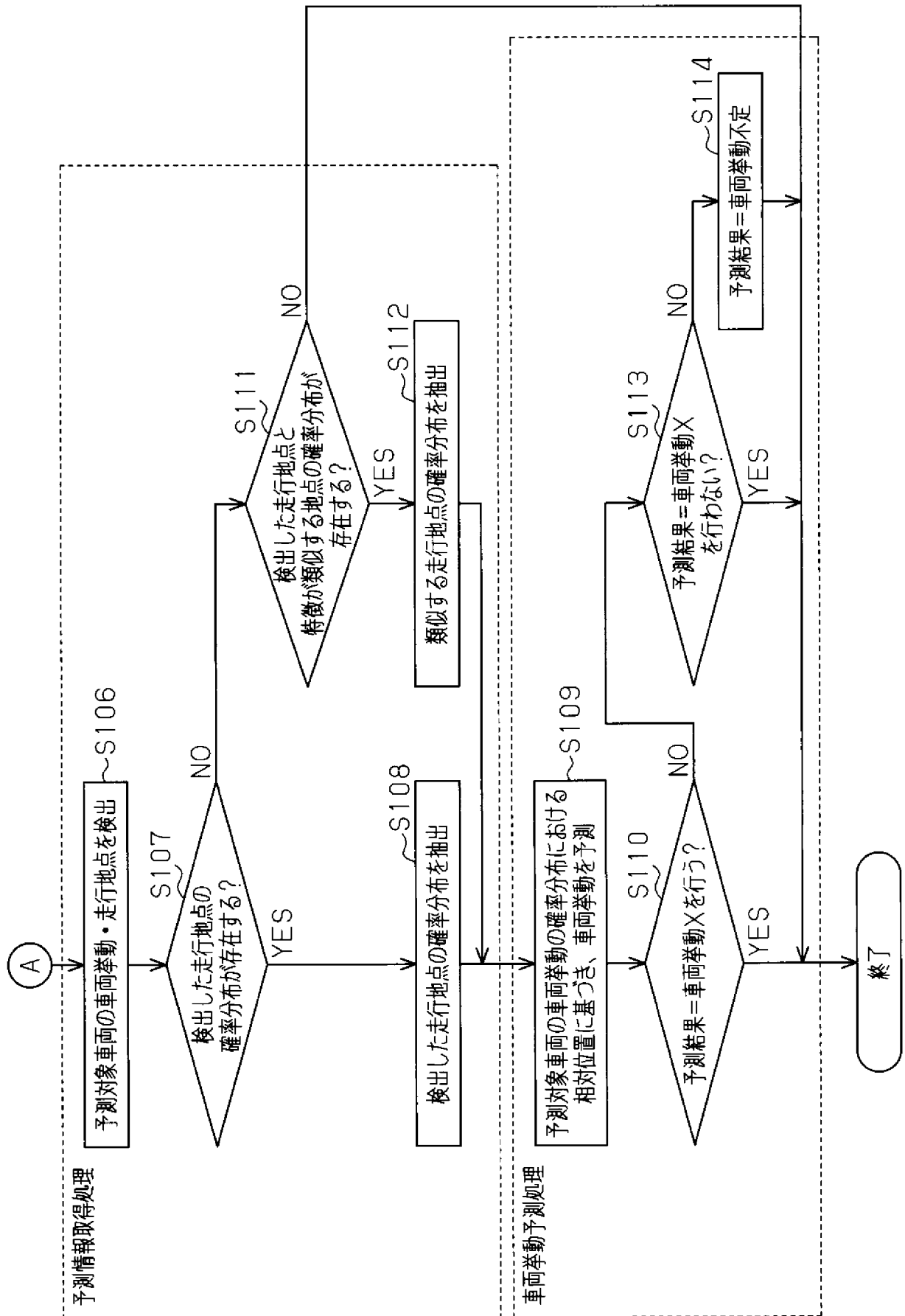
[図4]



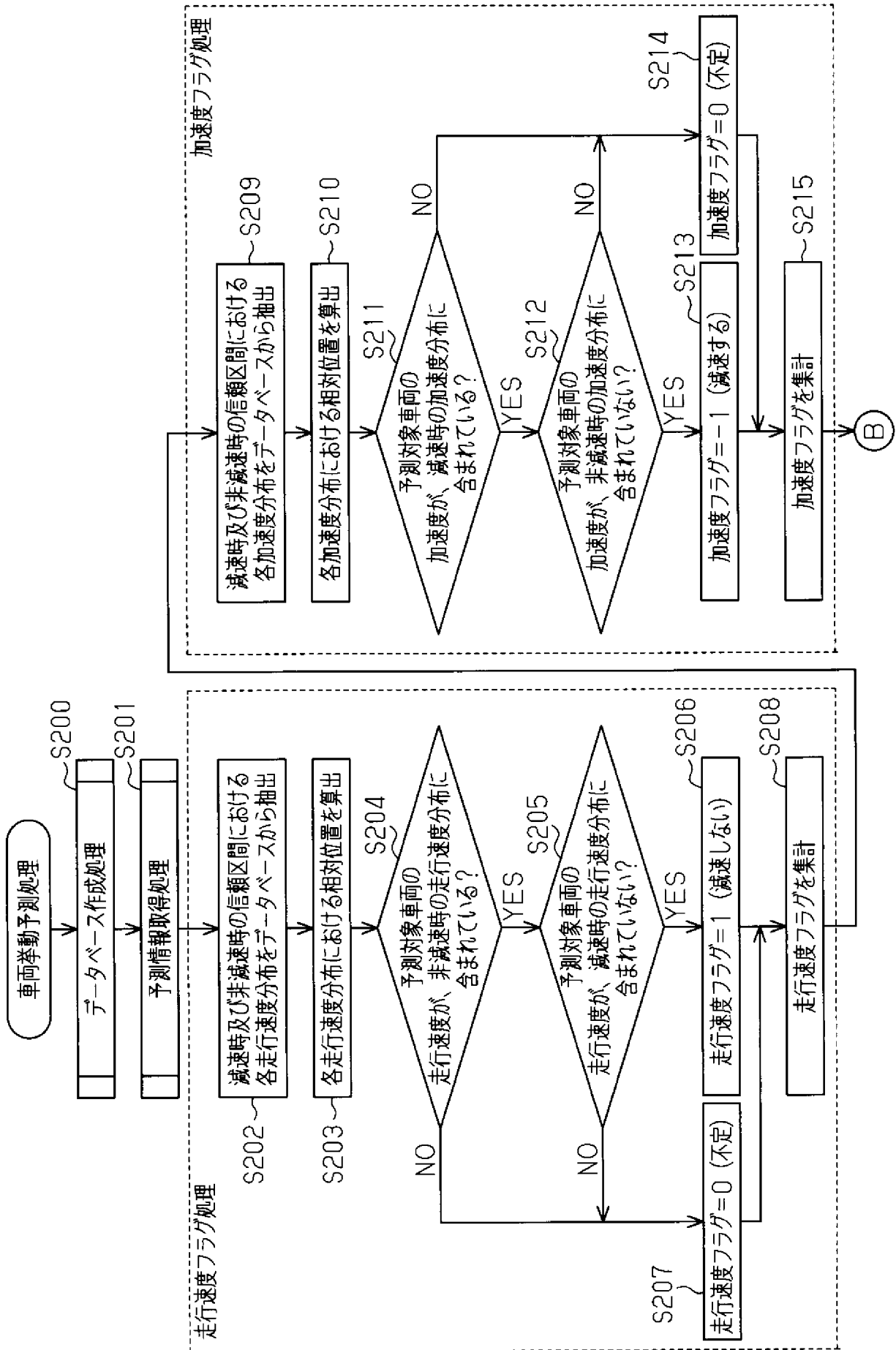
[図5]



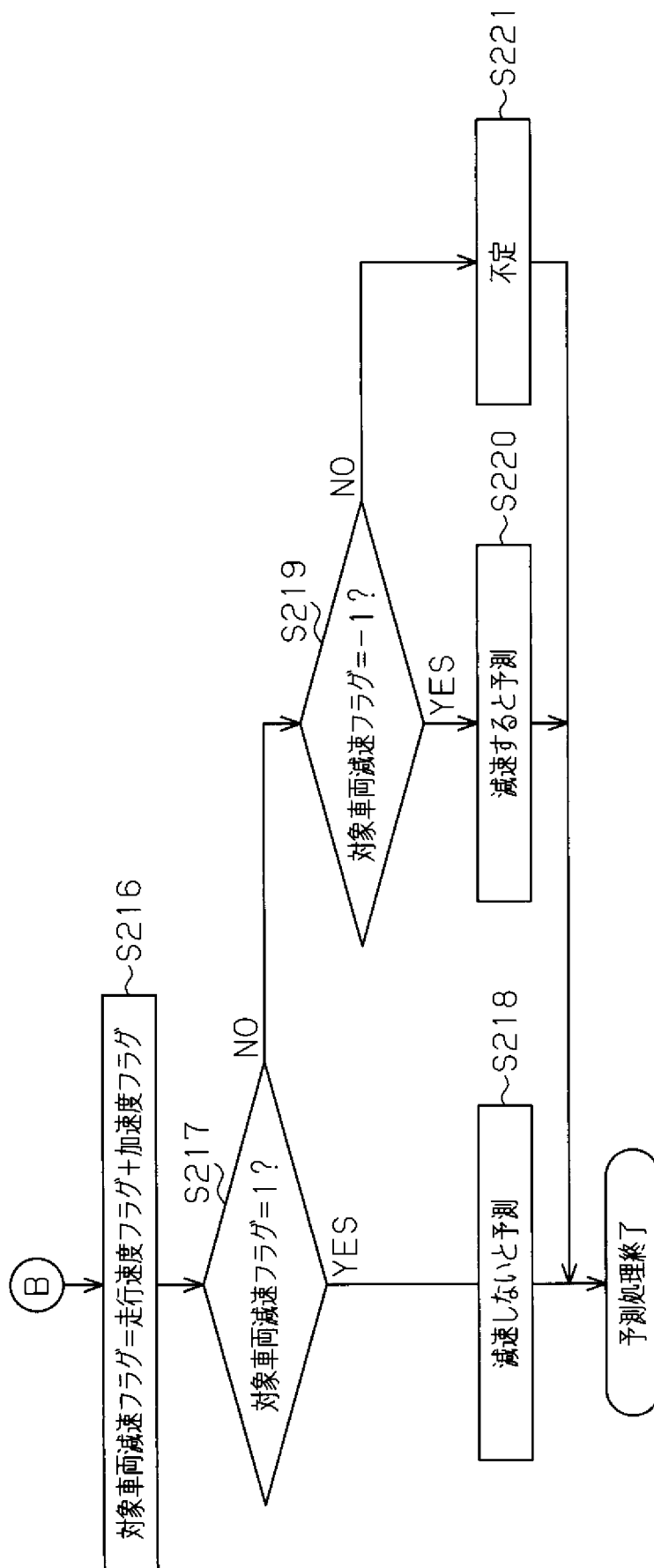
[図6]



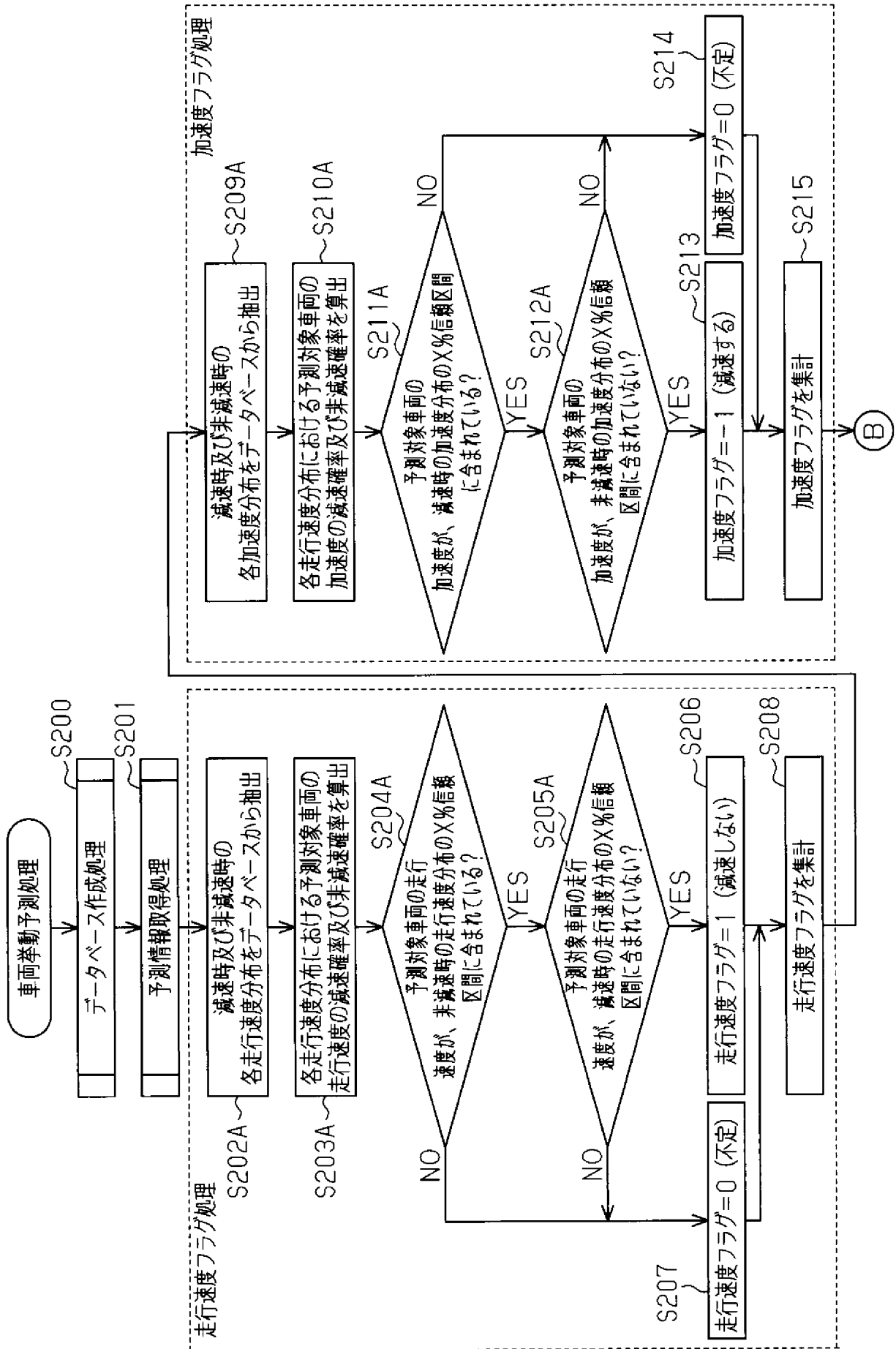
[図7]



[図8]

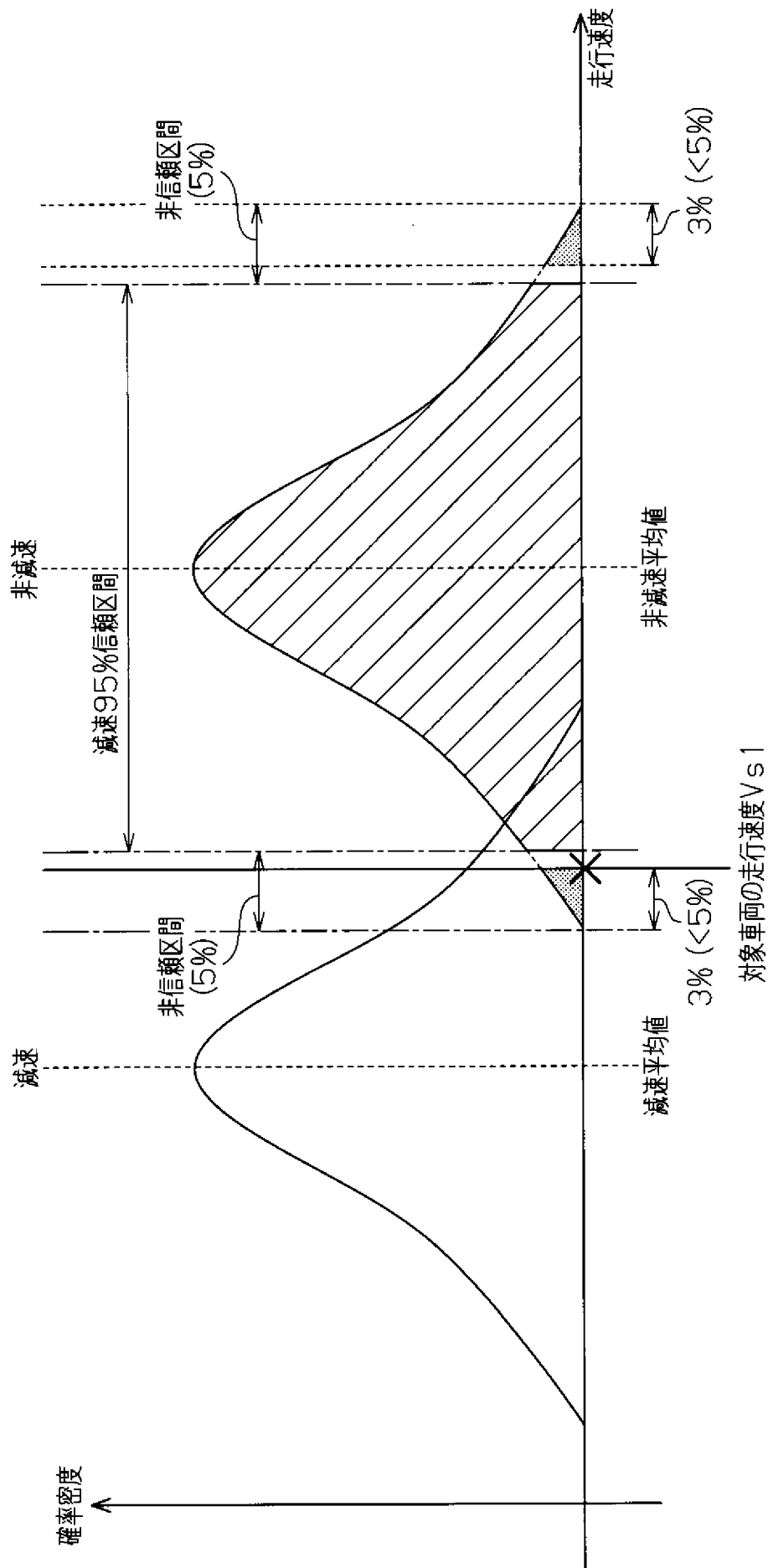


[図9]

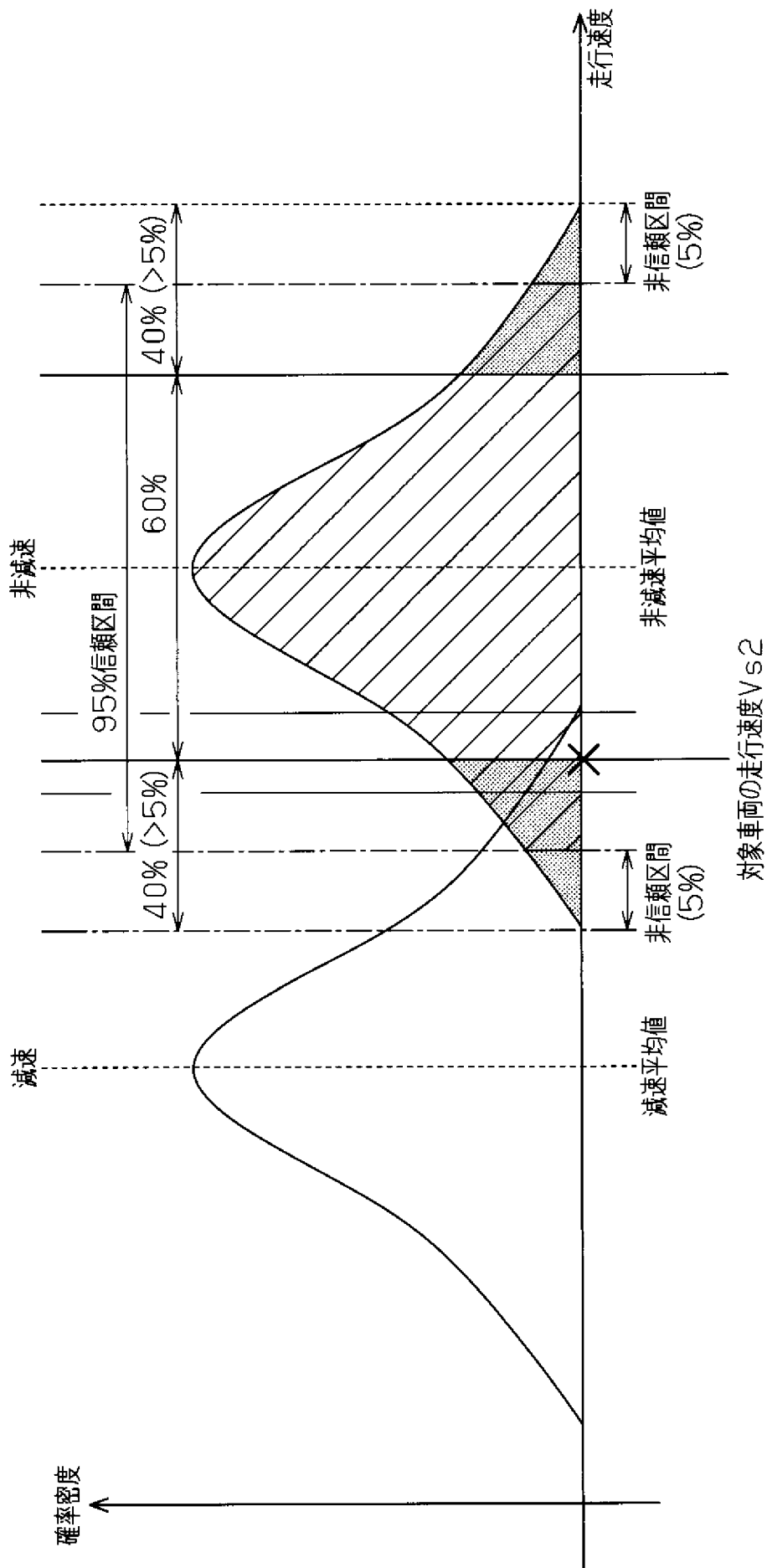


[図10]

[不定パターン1 : 交差点前40 mの走行速度の分布]

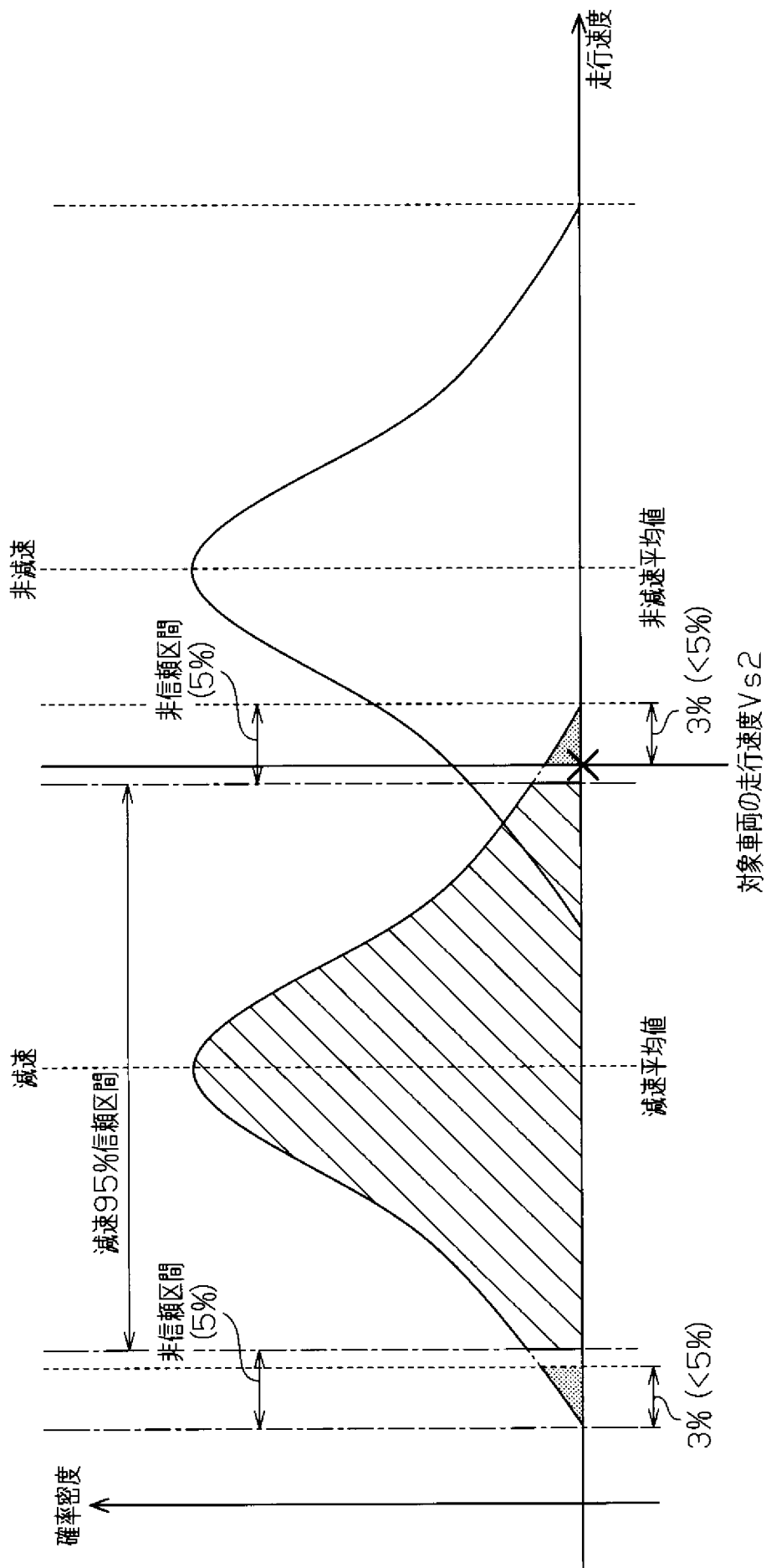


[図11]



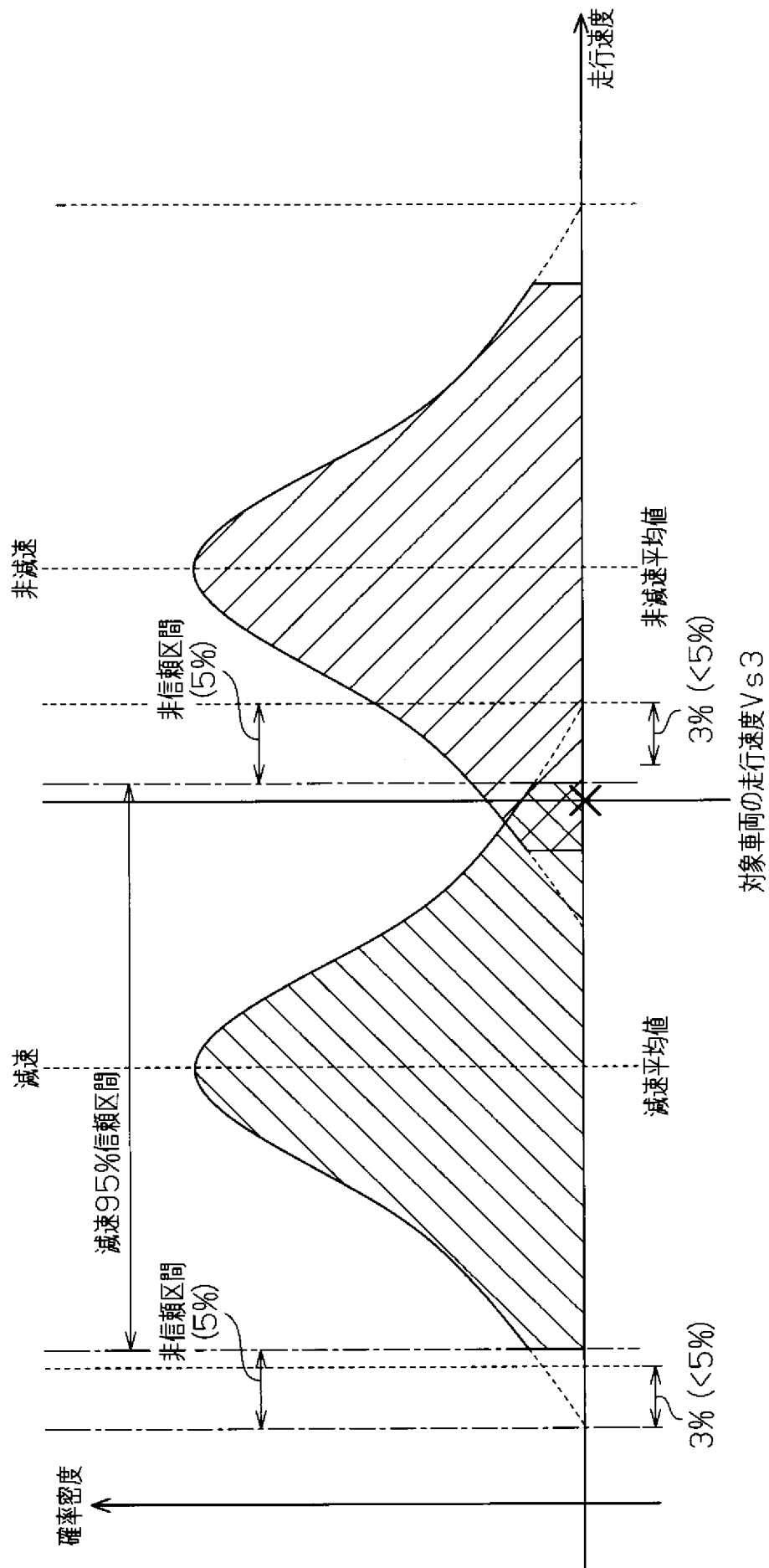
[図12]

[非減速パターン判断2：交差点前40mの走行速度の分布]

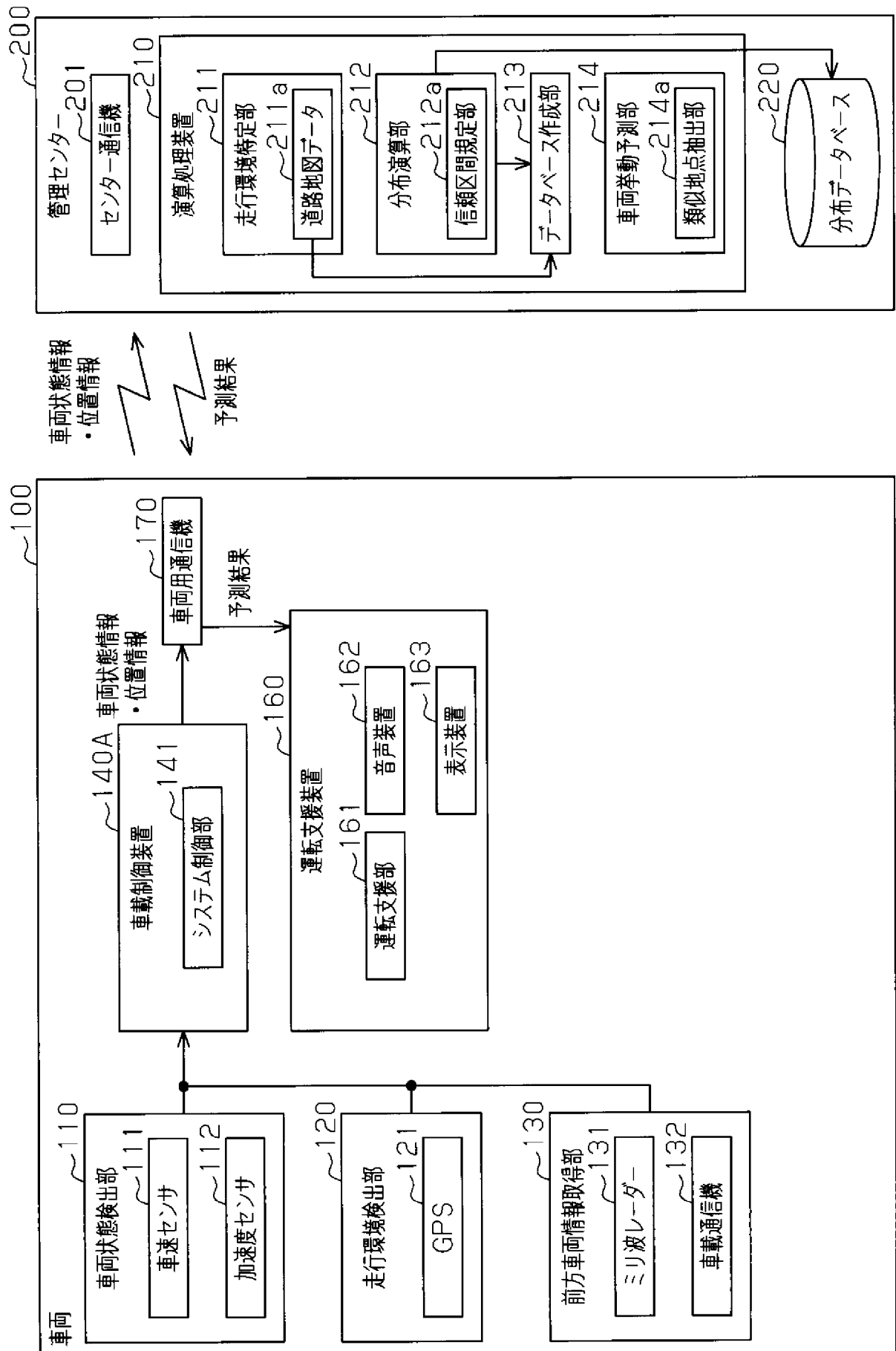


[図13]

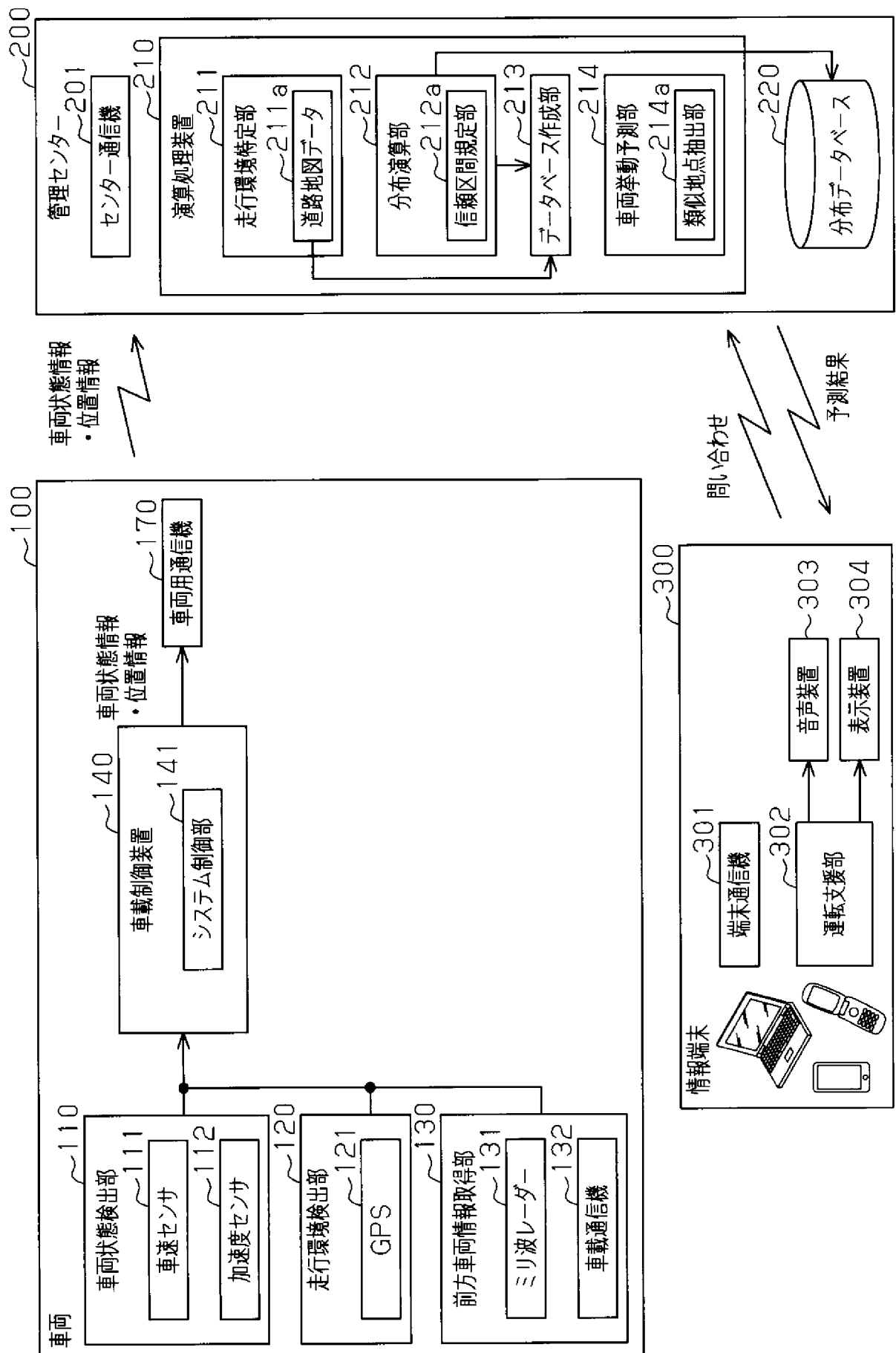
[不定パターン2 (両方の信頼区間に含有) : 交差点前40mの走行速度の分布]



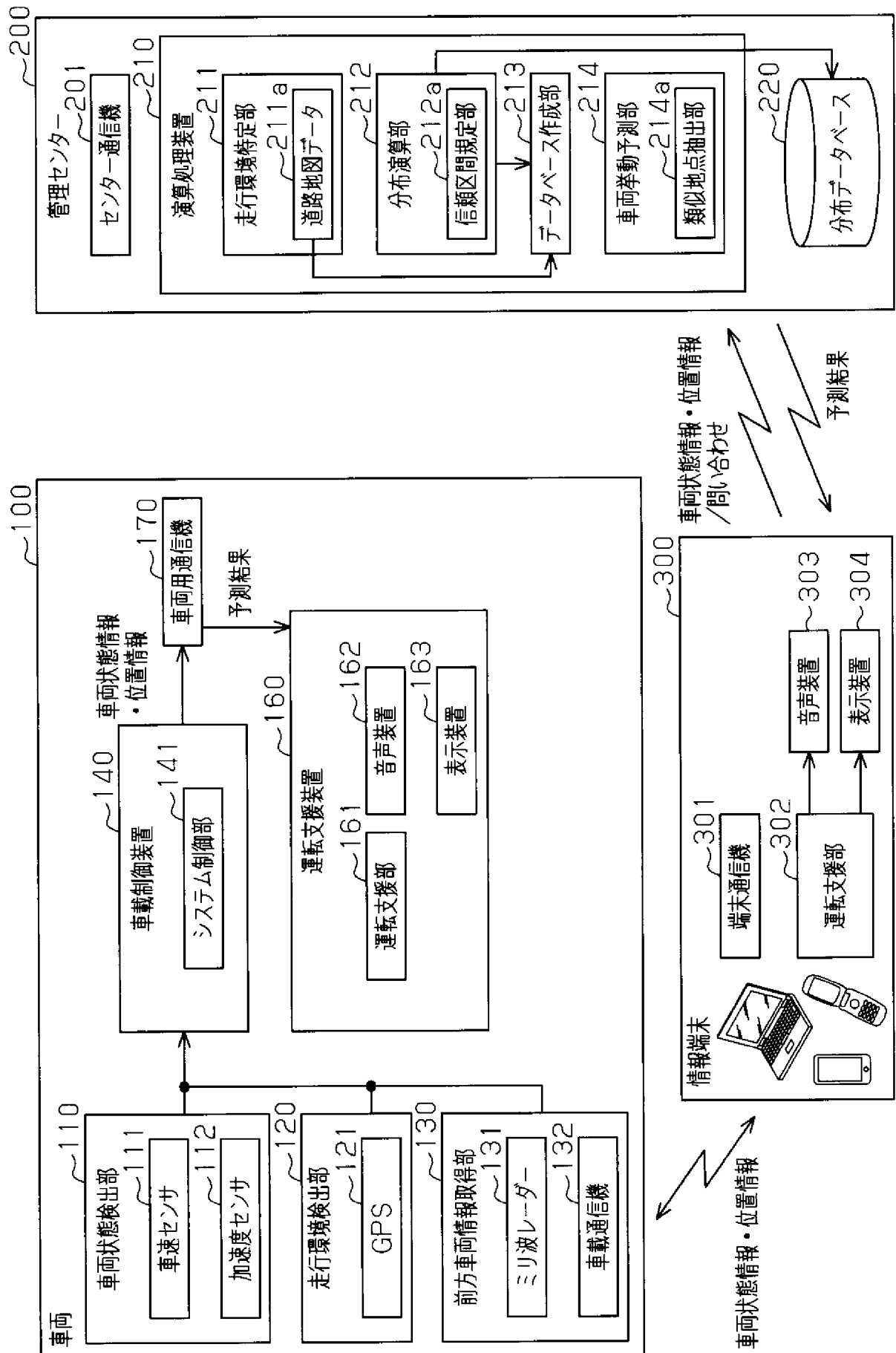
[図14]



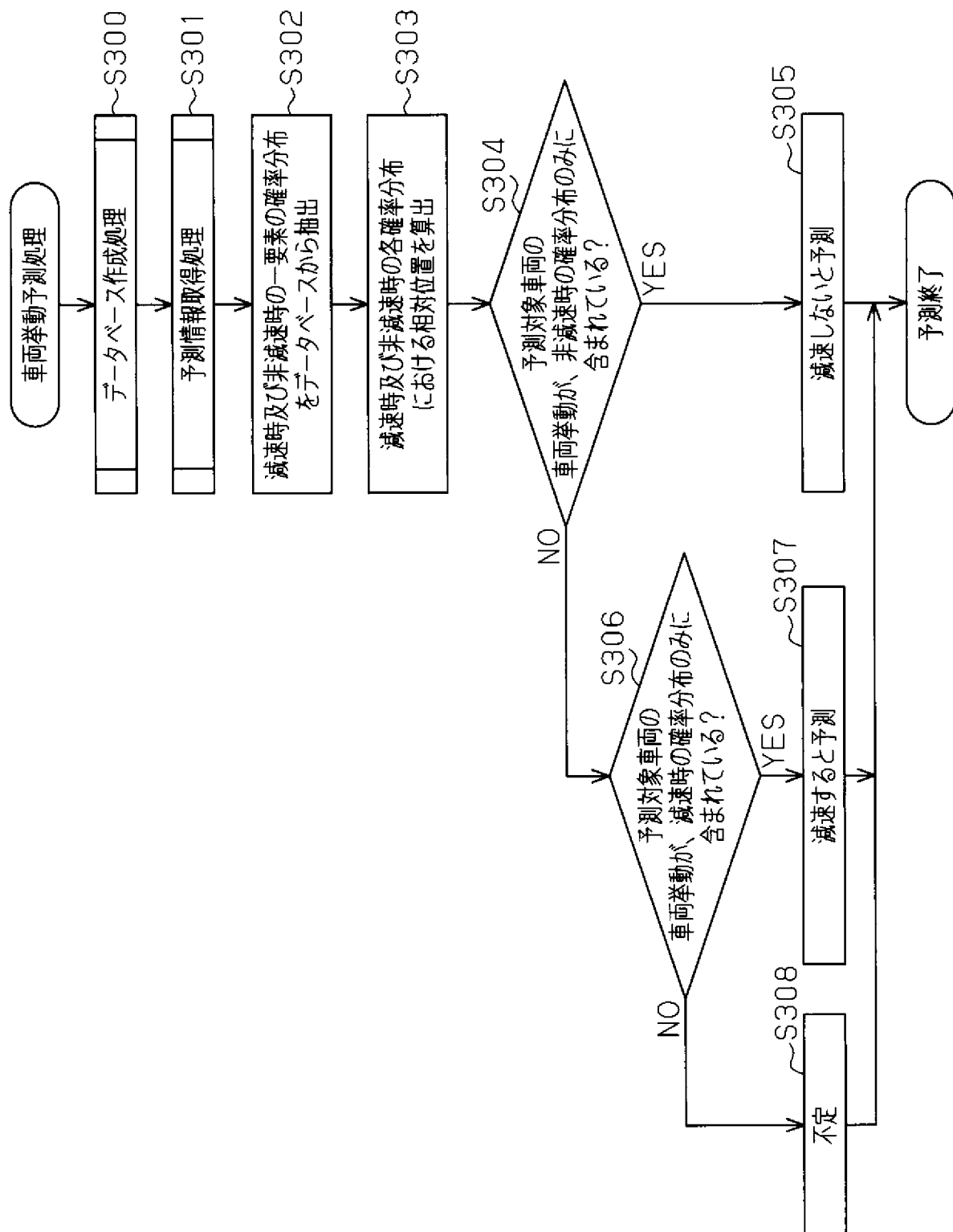
[図15]



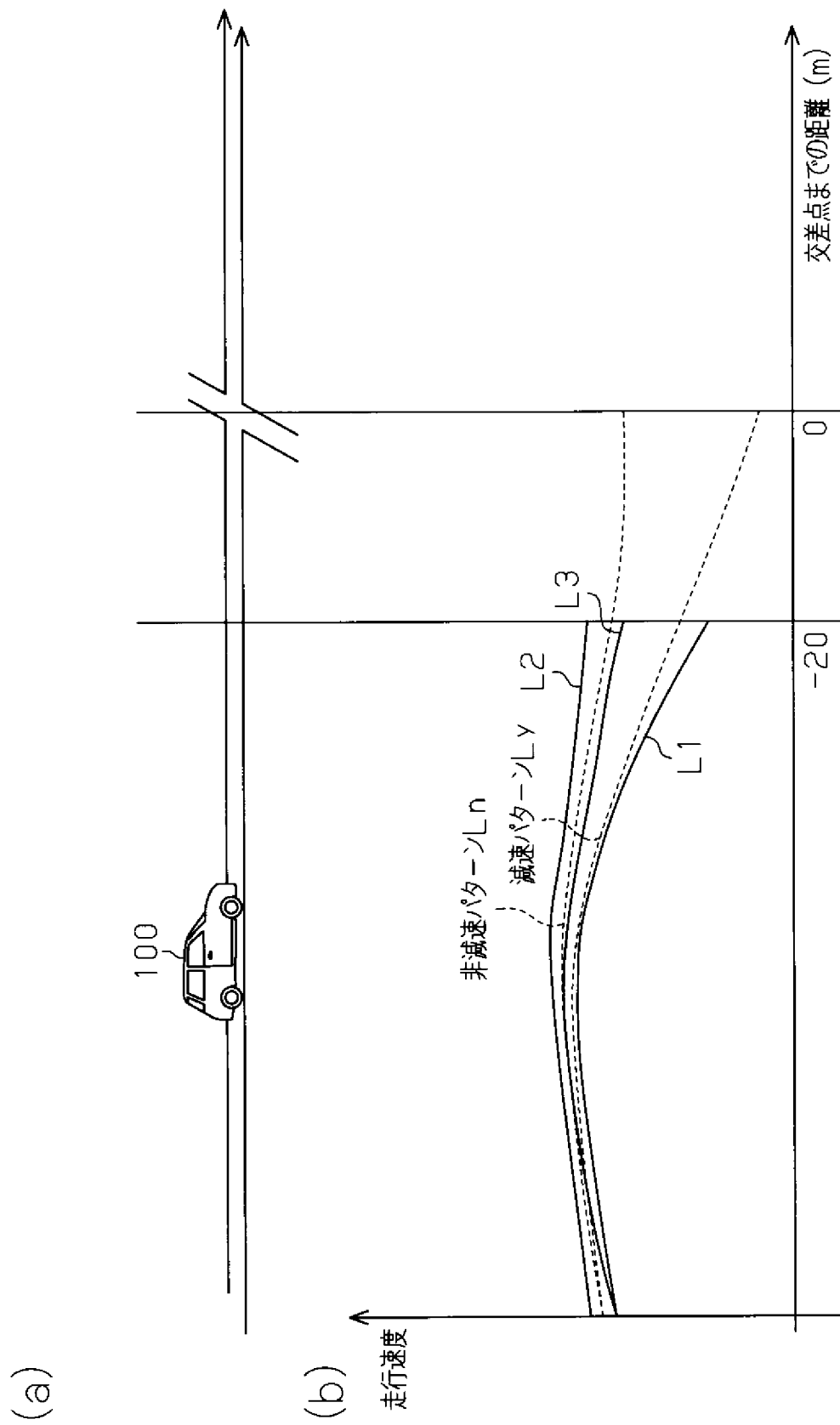
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(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)

G08G1/16

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
X	JP 6-215300 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 August 1994 (05.08.1994), paragraphs [0015], [0022]; fig. 4, 11F (Family: none)	1-6, 12-18, 23, 24
Y		8-11, 20-22
A		7, 19
Y	JP 2011-216090 A (Denso Corp., Denso International America, Inc.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraph [0043]; fig. 10 (Family: none)	8, 9, 20, 21
Y	JP 2011-221698 A (Toyota Motor Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), paragraph [0044] (Family: none)	10, 22

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 March, 2012 (28.03.12)Date of mailing of the international search report
10 April, 2012 (10.04.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051271

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-66895 A (Toshiba Corp.), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0020] to [0037]; fig. 1, 4 (Family: none)	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051271

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 is disclosed in JP 6-215300 A. Therefore, the invention of claim 1 is not considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document, and does not have a special technical feature. Consequently, there is no technical relationship involving a same or corresponding special technical feature among the inventions of claims 1-24.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G08G1/16(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（I P C））

Int.Cl. G08G1/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 6-215300 A（三菱電機株式会社）1994.08.05, 段落【0015】, 【0022】, 図4, 11F（ファミリーなし）	1-6, 12-18, 23, 24 8-11, 20-22 7, 19
Y	JP 2011-216090 A（株式会社デンソー, デンソー インターナショナル アメリカ インコーポレーテッド）2011.10.27, 段落【0043】, 図10（ファミリーなし）	8, 9, 20, 21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

2 8 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

佐々木 芳枝

3 H

9 1 3 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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
Y	JP 2011-221698 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 11. 04, 段落【0044】 (ファミリーなし)	10, 22
Y	JP 2010-66895 A (株式会社東芝) 2010. 03. 25, 段落【0020】-【0037】, 図 1, 4 (ファミリーなし)	11

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、JP 6-215300 Aに記載されている。したがって、請求項1に係る発明は、当該文献に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求項1-24に係る発明の間に同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的關係がない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。