

(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
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/169691 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) B60K 35/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009958
- (22) 国際出願日: 2017年3月13日(13.03.2017)
- (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 2016-074381 2016年4月1日(01.04.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 孝光(SUZUKI, Takamitsu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 今城 広志(IMAJO, Hiroshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 近藤 真之(KONDO, Masayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 古賀 哲郎(KOGA, Tetsuro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 澤田 枝里香(SAWADA, Erika); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

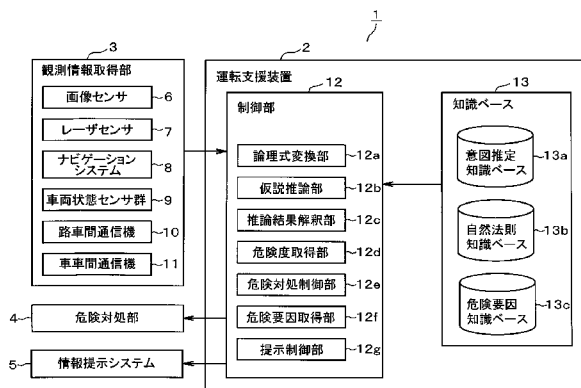
(74) 代理人: 特許業務法人 サトー国際特許事務所 (SATO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄四丁目6番15号 フォーティーンヒルズセンタービル Aichi (JP).

(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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

[続葉有]

(54) Title: DRIVING ASSISTANCE DEVICE AND DRIVING ASSISTANCE PROGRAM

(54) 発明の名称: 運転支援装置及び運転支援プログラム



- 2 Driving assistance device
3 Observed information acquisition unit
4 Risk response unit
5 Information presentation system
6 Image sensor
7 Laser sensor
8 Navigation system
9 Vehicle state sensor group
10 Road-to-vehicle communication apparatus
11 Vehicle-to-vehicle communication apparatus
12 Control unit
12a Logical formula conversion unit
12b Hypothesis inference unit
12c Inference result interpretation unit
12d Degree of risk acquisition unit
12e Risk response control unit
12f Risk factor acquisition unit
12g Presentation control unit
13 Knowledge base
13a Intention estimation knowledge base
13b Natural law knowledge base
13c Risk factor knowledge base

(57) Abstract: A driving assistance device (2) is provided with: a degree of risk acquisition unit (12d) that, when an event threatening the driver's safety is predicted to occur, acquires the degree of risk of the predicted event; a risk response control unit (12e) that causes a risk response unit (4) to execute a risk response to the predicted event; a risk factor acquisition unit (12f) that acquires, as a risk factor, a factor linked to the risk; and a presentation control unit (12g) that controls the presentation of information related to the risk factor. If a determination is made to not have the risk response control unit cause the risk response unit to execute a risk response, and the degree of risk is determined to be greater than or equal to a prescribed value, the presentation control unit presents information indicating that a risk factor is present.

(57) 要約: 運転支援装置(2)は、運転者の安全を脅かす事象の発生が予測されると、その予測された事象の危険度を取得する危険度取得部(12d)と、予測された事象に対する危険対処を危険対処部(4)に実行させる危険対処制御部(12e)と、危険に繋がる要因を危険要因として取得する危険要因取得部(12f)と、危険要因に係る情報の提示を制御する提示制御部(12g)と、を備える。提示制御部は、危険対処制御部が危険対処を危険対処部の実行させない判定し、且つ危険度が規定値以上であると判定すると、危険要因が存在する旨を示す情報を提示する。



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
ラシア (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： 運転支援装置及び運転支援プログラム

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年4月1日に出願された日本出願番号2016-74381号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は運転支援装置及び運転支援プログラムに関する。

背景技術

[0003] 運転中では運転者の視線が車両進行方向の道路に向けられているのが安全にとって重要である。運転を支援する構成として、運転者の安全を脅かす事象（例えば自車両と並走する自転車の出現等）が発生すると、その事象が発生した旨を示す警告情報を提示する構成が供されている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-106326号公報

発明の概要

[0005] 上記した構成では運転者の安全を脅かす事象が発生したことが前提であり、その事象が顕在化してから警告情報を提示するので、警告を運転者に与えるという点で効果はあるが、運転者の安全を脅かす事象が顕在化する前の段階では何ら措置を講じることができない。上級の運転者であれば、どのような視点で運転すれば安全であるかの術を慣習的に取得しているが、初級の運転者であれば、そのような術を慣習的に取得している可能性は低い。

[0006] 本開示は、どのような視点で運転すれば安全であるかの術を運転者に与えることができ、運転を適切に支援することができる運転支援装置及び運転支援プログラムを提供することにある。

[0007] 本開示の一態様によれば、危険度取得部は、運転者の安全を脅かす事象の

発生が予測されると、その予測された事象の危険度を取得する。危険対処制御部は、予測された事象に対する危険対処を危険対処部に実行させる。危険要因取得部は、危険に繋がる要因を危険要因として取得する。提示制御部は、危険対処制御部が危険対処を危険対処部に実行させないと判定し、且つ危険度が規定値以上であると判定すると、危険要因が存在する旨を示す情報を提示する。

[0008] 危険対処部が危険対処を実行しなくても、即ち、運転者の安全を脅かす事象が顕在化していなくても、危険度が規定値以上であれば、危険要因が存在する旨を示す情報を提示するようにした。運転者の安全を脅かす事象が顕在化する前の段階で、危険要因が存在する旨を示す情報を提示することで、運転者の視線を危険要因が存在する方向に向かせることができる。これにより、どのような視点で運転すれば安全であるかの術を運転者に与えることができ、運転を適切に支援することができる。

図面の簡単な説明

[0009] 本開示についての上記目的及びその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

[図1]図1は、一実施形態を示す機能ブロック図であり、

[図2]図2は、論理式変換部が行う処理を示すフローチャートであり、

[図3A]図3Aは、物体認識結果と論理定数との関係を示す図であり、

[図3B]図3Bは、観測情報から論理式への変換ルールを示す図であり、

[図4]図4は、観測リテラルへのコスト付与を示す図であり、

[図5]図5は、意図推定知識ベースを示す図であり、

[図6]図6は、自然法則知識ベースを示す図であり、

[図7]図7は、危険要因知識ベースを示す図であり、

[図8]図8は、仮説推論部が行う処理を示すフローチャートであり、

[図9]図9は、制御部が行う処理を示すフローチャートであり、

[図10]図10は、危険要因が提示された態様を示す図であり、

[図11]図11は、危険要因が提示されていない態様を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、一実施形態について図面を参照して説明する。運転支援システム 1 は、運転支援装置 2 と、観測情報取得部 3 と、危険対処部 4 と、情報提示システム 5 とを有する。

観測情報取得部 3 は、画像センサ 6 と、レーザセンサ 7 と、ナビゲーションシステム 8 と、車両状態センサ群 9 と、路車間通信機 10 と、車車間通信機 11 とを有する。画像センサ 6 及びレーザセンサ 7 は、車両周辺に存在する各種物体に関する情報を取得する。ナビゲーションシステム 8 は、車両の現在位置、現在位置周辺の地図情報から得られる各種情報を取得する。車両状態センサ群 9 は、車両の挙動や車両の状態に関する情報を取得する。路車間通信機 10 は、通信相手となるインフラを介して渋滞や道路規制等に関する情報を取得する。車車間通信機 11 は、車両周辺に存在する他の車両の挙動に関する情報を取得する。観測情報取得部 3 は、これらの情報から車両の状況や車両周辺の状況を観測し、車両周辺に存在する物体の観測情報群 D 1 を生成し、その生成した観測情報群 D 1 を運転支援装置 2 に出力する。尚、観測情報取得部 3 が生成する観測情報群 D 1 には、少なくとも物体の種類、物体の属性、情報の信頼度に関する情報が含まれている。物体の属性としては、例えば物体が移動体であれば、物体の位置、移動速度、移動方向等が含まれる。物体が人間であれば、性別、大人／子供、持ち物等の情報が含まれていても良い。

[0011] 危険対処部 4 は、運転支援装置 2 から危険対処指令信号を入力すると、車両制御や運転者への危険通知等の危険対処を実行する。危険対処部 4 は、車両制御としては例えばスピード制御、スピード抑制、緊急停止、危険を回避するための自動運転等の危険対処を実行する。危険対処部 4 は、運転者への危険通知としては聴覚的な通知や視覚的な通知等の危険対処を実行する。危険対処部 4 は、聴覚的な通知としては例えばブザーからの警告の音声出力、スピーカーからの音声ガイドによる警告の音声出力等を実行する。危険対処部 4 は、視覚的な通知としては例えば地図画面上での危険箇所の表示、ヘッ

ドアップディスプレイによる危険箇所の表示、危険箇所への視線の誘導等を実行する。尚、危険対処部4は、危険度の程度に応じて危険対処の内容を変化させても良い。

[0012] 情報提示システム5は、例えば液晶ディスプレイからなる表示器であり、スピードメーターに近い箇所等の運転者が運転中에서도目視し易い位置に配置されている。情報提示システム5は、運転支援装置2から提示指令信号を入力すると、危険に繋がる危険要因を提示する（即ち表示する）。危険要因とは、自車両と並走する自転車、道路沿いを歩行している歩行者、自車両を追い越そうとして接近する他の車両等であり、運転者の安全を脅かす事象である。

[0013] 運転支援装置2は、制御部12と、知識ベース13とを有する。制御部12は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 及びI/O (Input/Output) を有するマイクロコンピュータにより構成されている。制御部12は、非遷移的実体的記録媒体に格納されているコンピュータプログラムを実行することで、コンピュータプログラムに対応する処理を実行し、車両周辺監視装置2の動作全般を制御する。制御部12が実行するコンピュータプログラムには運転支援プログラムも含まれる。

[0014] 制御部12は、論理式変換部12aと、仮設推論部12bと、推論結果解釈部12cと、危険度取得部12dと、危険対処制御部12eと、危険要因取得部12fと、提示制御部12gとを有する。これらの各部12a～12gは制御部12が実行するコンピュータプログラムにより構成されており、ソフトウェアにより実現されている。

[0015] 論理式変換部12aは、観測情報取得部3により生成された観測情報群D1を論理式に変換する。以下では、論理式を構成するリテラルを L_i で表現する。但し、 i は識別子であり、正の整数により表される。リテラルとは部分論理式を持たない論理式である。又、各リテラルにはコストを付与する。コストは、リテラルの信頼度、ひいてはリテラルの生成源となった観測の信

信頼度に応じて設定される値であり、 c_i で表現する。コスト c_i は、ここでは、1～100の間で信頼度に反比例する値に設定される。即ち、コスト $c_i = 1$ は、リテラル L_i で表現される内容が確実に成立することを意味し、信頼度が100%であることを意味する。又、コスト $c_i = 100$ は、リテラル L_i で表現される内容が成立するか否かが全く不明であることを意味し、信頼度が0%であることを意味する。以下では、コスト付きリテラルを $L_i \$ c_i$ で表現する。

[0016] 論理式変換部12aが行う処理について図2を参照して説明する。

論理式変換部12aは、観測情報群D1を構成する観測情報の各々に物体を識別するための識別名を付与し、識別名付き観測情報群D11を生成する(S1)。尚、識別名には、図3Aに示すように、アルファベット等の記号からなる論理定数を用いる。

[0017] 論理式変換部12aは、識別名付き観測情報群D11を構成する観測情報を走査して変換ルール21と照合し、リテラル L_i に変換すると共に、各リテラル L_i のコストを一律に $c_i = 1$ に設定する。そして、論理式変換部12aは、これらのコスト付きリテラルをAND(∧)で結合した論理式である観測論理式D12を生成する(S2)。

[0018] 尚、変換ルール21は、例えば図3Bに示すように、天候や道路の状態に関するもの(雨が降っている/夜間である/交差点がある等)、物体の属性に関するもの(物体Xは自動車である/物体Yは歩行者である/物体Yは傘をさしている等)、物体間の位置関係に関するもの(Xの前方にYがいる/交差点C上にYがいる/交差点Cに対してXよりもYの方が近い等)等がある。

[0019] 論理式変換部12aは、観測論理式D12を構成するコスト付きリテラル $L_i \$ c_i$ の各々について、図4に示すように、その生成源となった観測情報に関する認識の信頼度に応じてコスト c_i を調整し、その調整結果をコスト付き観測論理式D2として出力する(S3)。

[0020] 知識ベース13は、一般的な知識を知識論理式により表現したものであり

、意図推定知識ベース 13 a と、自然法則知識ベース 13 b と、危険要因知識ベース 13 c とを含む。各々の知識ベース 13 a ~ 13 c の内容は、 A_j 、 C をリテラル、 w_j をリテラル A_j の重みとして、(1) 式に示す形式の知識論理式で表現される。重み w_j は 0 以上の実数値に設定される。

[0021] [数1]

$$A_1^{w_1} \wedge A_2^{w_2} \wedge \dots \wedge A_n^{w_n} \rightarrow C \quad \dots (1)$$

意図推定知識ベース 13 a は、運転者の意図と、車両の状態や道路環境、検出された物体の位置関係等との関係を述語論理の形式で記述したものである。図 5 に示すように、例えば「左折（右折）する意志があるなら、減速する意志もある」、「左尾灯が点灯しているなら、左折する意志がある」、「前方に大型車がいるなら、回避行動を取る」といった内容が知識論理式で表現される。

[0022] 自然法則知識ベース 13 b は、物理法則や概念の矛盾関係、物体間の関係等を記述したものである。図 6 に示すように、例えば「大人と子供という性質は同時に成立しない」、「自動車は同時に違う車線に属せない」、「子供はサッカーボールを追いかける」といった内容が知識論理式で表現される。

[0023] 危険要因知識ベース 13 c は、危険な周辺状況のパターンを記述したものであり、後件部が「危険 (risk)」となる知識論理式で表現される。図 7 に示すように、例えば「将来、自分と同じ位置に別の物体がいるならば、危険」、「自分の目の前に、減速左折する意志を持つ物体があるならば、危険」、「自分から見えない物体が突然飛び出してくるならば、危険」といった内容が知識論理式で表現される。

[0024] 尚、知識ベース 13 に格納される知識論理式は、人手により生成しても良いし、周知のテキストマイニング技術により、Web、事件事例を記録したデータベース等から自動的に獲得しても良い。又、リテラル A_j の重み w_j は、人手により付与しても良いし、公知の教師あり機械学習手法（例えば、山本風人，井之上直也，渡邊陽太郎，岡崎直観，乾健太郎，誤差逆伝播を利用した重み付き仮説推論の教師あり学習，情報処理学会研究報告，Vol.2012-

NL-206, May 2012.) 等を利用して自動的に付与しても良い。

- [0025] ここで、観測情報群D 1 から変換されるリテラルや知識ベース 1 3 の内容（論理式）の記述に使用されるリテラルの例を以下に列挙する。リテラルには、物体の種類を表現するもの、物体の状態を表現するもの、エージェントの意志を表現するもの、物体間の位置関係を表現するもの、物体間の意味的關係を表現するもの、道路状態を表現するもの等がある。
- [0026] 物体の種類を表現するリテラルとしては、例えば大人（adult）、行為者（agent）、危険な行為者（dangerous-agent）、犬（dog）、老人（elder）、子供（child）、子供たち（children）、人（person）、子供の集団（group-of-children）、人の集団（group-of-persons）、歩行者（ambulance）、自転車（bicycle）、バス（bus）、車両（car）、車両の集団（group-of-cars）、バイク（motor-bicycle）、自動車（motor-cycle）、タンク／トラック（tank-truck）、タクシー（taxi）、バン（van）、乗り物（vehicle）、小道（alley）、アパート（apartment）、裂け目（break）、建物（building）、橋（bridge）、コーン（cone）、門（gate）、公園（park）、壁（wall）、十字路（cross-road）、横断歩道（cross-walk）、カーブ（curve）、下り坂（descent）、車線（lane）、交差点（intersection）、踏切（railroad-crossing）、信号（signal）、歩行者用信号（signal4walker）、安全地帯（safety-zone）、危険箇所（dangerous-spot）、マンホール（biscuit）、サッカーボール（soccer-ball）、物体（thing）、鉄板（iron-plate）、葉（leaf）、発光体（light）、荷物（load）、障害物（obstacle）、遮蔽物（screen）、水たまり（puddle）、砂地（sandy-spot）等がある。
- [0027] 物体の状態を表現するリテラルとしては、例えば左前照灯オン（left-head-lamp-on）、左尾灯オン（left-tail-light-on）、右前照灯オン（right-head-lamp-on）、右尾灯オン（right-tail-light-on）、駐車中（being-parked）、空車（empty）、青信号（signal-blue）、青信号点滅（signal-blue-blink）、黄信号（signal-yellow）、上に何も無い（nothing-on）、駐車（parked）、見えない（invisible-to）、見える（visible-to）、手を振る（wavin

g-hands)、脱輪する(wheel-drop)等がある。

[0028] エージェントの意志を表す述語としては、例えば横断する(will-across)、回避する(will-avoid)、車線から外れる(will-be-out-of-lane)、方向を変更する(will-change-direction)、車線変更する(will-change-lane)、横切る(will-cross)、道を譲る(will-give-way)、後に行く(will-go-back)、前に行く(will-go-front)、左に行く(will-go-left)、右に行く(will-go-right)、前側に移動する(will-move-front-side)、ドアを開く(will-open-door)、左のドアを開く(will-open-left-door)、追い越す(will-overtake)、飛び出す(will-rush-out)、速度を落とす(will-slow-down)、速度を上げる(will-speed-up)、(水や泥が)飛び散る(will-splash)、現状を保つ(will-stay)、停止する(will-stop)等がある。

[0029] 物体間の位置関係を表現するリテラルとしては、例えば～の周辺(around)、～の後側(behind)、～の左後側(left-behind)、～の左前側(left-front-of)、～の左側(left-of)、～の前側ではない(not-in-front-of)、～の左前側ではない(not-left-front-of)、～の左側ではない(not-left-of)、～の右後側(right-behind)、～の右前側(right-front-of)、～の右側(right-of)、～の側方(side-front-of)、～の前側(front-side-of)、～の間(in-between)、～の前側(in-front-of)、～により近接している(is-closer-to)、最も近い乗り物(is-closest-vehicle-to)、～の上に(on)、巻き込む(catch)、接触する(contact)等がある。

[0030] 物体間の意味的关系を表現するリテラルとしては、例えば～に属する(belongs-to)、～を持つ(has)、～を保つ(keep)、～の源(mother-of)、～で遊ぶ(plays-at)、～に従う(follows)、～に乗る(ride-on)、～より重い(heavier-than)等がある。

[0031] 道路状態を表現するリテラルとしては、例えば環境(environment)、施設(facility)、工事現場(construction-site)、雨(rainy)、湿った(wet)、氷に覆われた(icy)、泥に覆われた(muddy)、暗い(dark)、雪に覆われた(snowy)、直線道路(straight)等がある。

[0032] 仮説推論部 1 2 b は、論理式変換部 1 2 a で変換された観測論理式 D 2 と知識ベース 1 3 に格納されている知識論理式 D 3 とを用い、危険な状況についての仮説推論を実行する。ここで、仮説推論部 1 2 b は、背景知識となる知識論理式 D 3 を用い、観測論理式 D 2 から予測される危険を証明する。ここでは、重み付き仮説推論 (Hobbs, Jerry R., Mark Stickel, Douglas Appelt, and Paul Martin, 1993. ``Interpretation as Abduction'', Artificial Intelligence, Vol. 63, Nos. 1-2, pp. 69-142. 参照) を用い、最尤の証明を求める。

[0033] 仮説推論部 1 2 b が行う処理について図 8 を参照して説明する。

仮説推論部 1 2 b は、観測論理式 D 2 と「危険 (risk)」を表すリテラルを論理記号「AND (∧)」で結合した論理式を証明候補として生成すると共に、その生成した証明候補に対して後ろ向き推論を実行することにより、複数の証明候補を生成する (S 1 1)。

[0034] 詳しく説明すると、仮説推論部 1 2 b は、最初の証明候補に含まれる「危険」を表すリテラルに、危険要因知識ベース 1 3 c のルールを適用して複数の証明候補を作成する。尚、ここでいう「ルールを適用する」とは、証明候補を構成するあるリテラルを対象リテラルとして、対象リテラルをルールの後件部とする知識論理式 D 3 を抽出し、証明候補中の対象リテラルを、抽出した知識論理式 D 3 の前件部で置換することである。仮説推論部 1 2 b は、その作成した複数の証明候補の各々について、その証明候補の任意のリテラルに対して意図推定知識ベース 1 3 a 及び自然法則知識ベース 1 3 b のルールを適用する手順を繰り返し、連鎖的に複数の証明候補を生成する。このようにして生成された証明候補の集合を以下では証明候補群 D 2 1 と称する。

[0035] 仮説推論部 1 2 b は、証明候補群 D 2 1 に属する証明候補の各々について、証明コストを算出し、証明コストが最安の証明候補である最安証明を選択し (即ち最尤の証明を抽出し)、その最安証明に関する論理式及び証明コストを最安証明情報 D 4 として出力する (S 1 2)。

[0036] 尚、仮説推論部 1 2 b は、証明候補を構成する全てのリテラルのコストを

合計することにより証明コストを算出する。このとき、仮説推論部 12b は、「ルール適用」があった場合は、置換前のリテラル（被置換リテラル）のコスト c_i に置換後のリテラル（置換リテラル）に付与された重み w_j を乗じたものを置換リテラルのコストとする。又、仮説推論部 12b は、証明候補中に同一の述語を表すリテラルが存在する場合には、コストの大きい方を削除し、両リテラルを単一化する。即ち、通常ルールを適用することで、証明候補を構成するリテラルの数が増加すると、証明コストが増大するが、証明候補中に同一のリテラルが存在する場合には、証明コストが低下する場合があることになる。このことは、直感的には危険要因知識ベース 13c のルールのうち、より多くの観測論理式を使用して証明できるものが最尤の証明となることを表している。

[0037] 証明に使用されるルールである知識論理式 D3 の集合 B が (2) 式、観測論理式を構成するリテラルの集合 O が (3) 式で表されるものとする。 $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$, $s(x)$ は、リテラルを表す。

[0038] [数2]

$$B = \{p(x)^{1.2} \rightarrow q(x), (x)^{0.8} \wedge r(x)^{0.4} \rightarrow s(x)\} \quad \dots (2)$$

$$O = \{q(a)^{\$10}, s(b)^{\$10}\} \quad \dots (3)$$

まず、(4) 式に示すように、観測論理式そのものを証明候補 H1 とすると、証明候補 H1 の証明コスト $cost(H1)$ は (5) 式により求まる。

[0039] [数3]

$$H1 = \{q(a)^{\$10}, s(b)^{\$10}\} \quad \dots (4)$$

$$cost(H1) = 10 + 10 = 20 \quad \dots (5)$$

次に、証明候補 H1 に属するリテラル $q(a)$ に対してルールを適用すると、(6) に示す証明候補 H2 が生成される。尚、ここでは、証明候補 H2 から、被置換リテラルを削除することを、リテラルのコストを \$0 に設定することで表すものとする。証明候補 H2 の証明コスト $cost(H2)$ は (7) 式により求まる。証明候補 H2 は、ルールの適用、即ち、後ろ向き推論

が行われたことにより、証明候補 H 1 より証明コストが増加していることがわかる。

[0040] [数4]

$$H2 = \{ q(a)^{\$0}, s(b)^{\$10}, p(a)^{\$1.2 \cdot 10 = \$12} \} \quad \dots (6)$$

$$\text{cost}(H2) = 10 + 12 = 22 \quad \dots (7)$$

次に、証明候補 H 2 に属するリテラル s (b) に対してルールを適用すると、(8) 式に示す証明候補 H 3 が生成される。この証明候補 H 3 の証明コスト cost (H 3) を、単純に求めた結果は (9) 式で表される。

[0041] [数5]

$$H3 = \{ q(a)^{\$0}, s(b)^{\$0}, p(a)^{\$12}, p(b)^{\$8}, r(b)^{\$4} \} \quad \dots (8)$$

$$\text{cost}(H3) = 12 + 8 + 4 = 24 \quad \dots (9)$$

しかし、証明候補 H 3 には、同一のリテラル p (a) 、 p (b) が存在するため、両者を単一化 (a = b) し、コストの大きい p (a) を削除する。これにより、証明候補 H 3 は、(1 0) 式で表される。即ち、証明候補 H 3 の証明コスト cost (H 3) は、実際には (1 1) 式により求まり、単一化により証明コストが減少することがわかる。

[0042] [数6]

$$H3 = \{ q(a)^{\$0}, s(b)^{\$0}, p(b)^{\$8}, r(b)^{\$4}, a = b \} \quad \dots (10)$$

$$\text{cost}(H3) = 8 + 4 = 12 \quad \dots (11)$$

推論結果解釈部 1 2 c は、最安証明情報 D 4 を用い、観測論理式 D 2 及び観測論理式 D 2 を構成する各リテラルに対応づけられた観測情報を参照し、現在の周囲状況から予測される危険を特定し、その特定した危険について危険度を算出すると共に危険箇所を特定する。推論結果解釈部 1 2 c は、最安証明の生成に使用された危険要因知識ベース 1 3 c のルールから危険を特定することができ、証明コストから危険度を算出することができる。具体的には、証明コストの逆数を危険度として算出することが考えられる。これに限らず、証明の結果・証明のコスト・自車の速度等を特徴量とした回帰モデル

を用い、危険度を算出しても良い。又、最安証明を構成するリテラルを、観測論理式D2を構成するリテラルに付与された識別名と関連付け、その識別名を介して特定される観測情報に示された物体の位置情報を用い、危険箇所を特定しても良い。

[0043] 危険度取得部12dは、推論結果解釈部12cにより算出された危険度を取得する。危険対処制御部12eは、危険予測結果を用い、前述したように車両制御や運転者への危険通知等の危険対処を危険対処部4に実行させる。危険要因取得部12fは、危険に繋がる危険要因を取得する。提示制御部12gは、提示指令信号の情報提示システム5への出力を制御することで、危険要因に係る情報の提示を制御する。

[0044] 次に、上記した構成の作用について図9から図11を参照して説明する。

制御部12は危険要因提示処理を行う。制御部12は、例えばイグニッションスイッチがオフからオンに切り換わる等の危険要因提示処理の開始条件が成立すると、危険要因提示処理を開始する。尚、制御部12は、例えば車速が一定速度以上であること、運転者が所定操作を行ったこと等を危険要因提示処理の開始条件に加えても良い。

[0045] 制御部12は、危険要因提示処理を開始すると、現在の周囲状況から予測される危険を推論結果解釈部12cにより特定したか否かを判定する(S21)。制御部12は、現在の周囲状況から予測される危険を推論結果解釈部12cにより特定したと判定すると(S21: YES)、危険度を危険度取得部12dにより取得し(S22、危険度取得手順に相当する)、危険対処部4が危険対処を実行するか否かを判定する(S23)。制御部12は、危険対処部4が危険対処を実行すると判定すると(S23: YES)、運転者の安全を脅かす事象が顕在化していると判定し、後述するS24以降を行わず、危険要因提示処理の終了条件が成立したか否かを判定する(S28)。

[0046] 一方、制御部12は、危険対処部4が危険対処を実行しないと判定すると(S23: NO)、運転者の安全を脅かす事象が顕在化していないと判定し、危険度が規定値以上であるか否かを判定する(S24)。ここで、制御部

12は、例えば運転者の安全を脅かす事象の物体と自車両との距離や当該物体の移動方向等を用い、危険度が規定値以上であるか否かを判定する。制御部12は、例えば物体と自車両との距離が所定距離未満であったり物体の移動方向が自車両に近付く方向であったりすると判定し、危険度が規定値以上であると判定する。制御部12は、危険度が規定値以上であると判定すると（S24：YES）、危険要因を危険要因取得部11fにより取得し（S25、危険要因取得手順に相当する）、提示指令信号を情報提示システム5に出力し、危険要因が存在する旨を示す情報を情報提示システム5により提示する（S26、提示制御手順に相当する）。

[0047] 一方、制御部12は、例えば物体と自車両との距離が所定距離以上であったり物体の移動方向が自車両から遠退く方向であったりすると判定し、危険度が規定値以上でないと判定する。制御部12は、危険度が規定値以上でないと判定すると（S24：NO）、危険要因を危険要因取得部11fにより取得せず、提示指令信号を情報提示システム5に出力し、危険要因が存在しない旨を示す情報を情報提示システム5により提示する（S27、提示制御手順に相当する）。

[0048] 制御部12は、危険要因提示処理の終了条件が成立したか否かを判定し（S28）、危険要因提示処理の終了条件が成立していないと判定すると（S28：NO）、ステップS21に戻り、ステップS21以降を繰り返して行う。制御部12は、例えばイグニッションスイッチがオンからオフに切り換わる等の危険要因提示処理の終了条件が成立したと判定すると（S28：YES）、危険要因提示処理を終了する。尚、制御部12は、例えば車速が一定速度未満であること、運転者が所定操作を行ったこと等を情報提示処理の終了条件に加えても良い。

[0049] 即ち、制御部12は、危険対処部4が危険対処を実行しないと判定し、且つ危険度が規定値以上であると判定すると、これから運転者の安全を脅かす事象が顕在化する可能性が比較的高いと判定することで、図10に示すように、危険要因が存在する旨を示す情報を提示する。図10の例示では、制御

部 1 2 は、自車両を示すアイコン M、危険要因である自転車を示すアイコン B、自車両から見て危険要因である自転車が存在する方向を示すアイコン A 1、自車両の進行方向を示すアイコン A 2 を提示する。これにより、運転者は、実際に車両左前方に自転車が出現する前の段階で、これから（例えば数秒後に）車両左前方に危険要因である自転車が出現する旨を把握することができる。その結果、運転者は、視線を車両左前方に定期的に向けることが可能となり、視線を車両左前方に移動して注意しながら運転することが可能となる。

[0050] 一方、制御部 1 2 は、危険対処部 4 が危険対処を実行しないと判定し、且つ危険度が規定値以上でないと判定すると、これから運転者の安全を脅かす事象が顕在化する可能性が比較的低いと判定することで、図 1 1 に示すように、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示する。図 1 1 の例示では、制御部 1 2 は、自車両を示すアイコン M を提示するが、危険要因を示すアイコン、自車両からの危険要因が存在する方向を示すアイコン、自車両の進行方向を示すアイコンを提示しない。これにより、運転者は、これから暫くの期間では（例えば数秒間では）危険要因が出現しない旨を把握することができる。その結果、運転者は、視線を車両進行方向に向けておくことが可能となり、視線を不必要に移動せずに運転することが可能となる。尚、以上は、危険要因として自車両と並走する自転車を例示したが、危険要因として道路沿いを歩行している歩行者や自車両を追い越そうとして接近する他の車両等も想定され、制御部 1 2 は、このような場合も同様にして危険要因が存在する旨を示す情報を提示する。

[0051] 以上説明したように本実施形態によれば、次に示す効果を得ることができる。

運転支援装置 2 において、危険対処部 4 が危険対処を実行しなくても、即ち、運転者の安全を脅かす事象が顕在化していなくても、危険度が規定値以上であれば、危険要因が存在する旨を示す情報を提示するようにした。運転者の安全を脅かす事象が顕在化する前の段階で、危険要因が存在する旨を示

す情報を提示することで、運転者の視線を危険要因が存在する方向に向かせることができる。これにより、どのような視点で運転すれば安全であるかの術を運転者に与えることができ、運転を適切に支援することができる。

[0052] 又、運転支援装置 2 において、危険度が規定値以上でなければ、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示するようにした。これにより、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示することで、運転者の視線を車両進行方向に向かせておくことができ、運転者が視線を不必要に移動してしまう状況を未然に回避することができる。

[0053] 本開示は、実施形態に準拠して記述されたが、当該実施形態や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、更には、それらに一要素のみ、それ以上、或いはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

[0054] 危険対処部 4 が危険対処を実行しないと判定し、且つ危険度が規定値以上でないと判定すると、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示する構成を例示したが、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示しなくても良い。

[0055] 危険要因が存在する旨を示す情報を提示した後に、危険度が規定値以上であるか否かの判定を継続し、危険度が規定値以上で継続する場合には、その提示中の情報の提示を継続し、危険度が規定値以上でなくなった場合には、その提示中の情報を消去しても良い。

[0056] これから顕在化する可能性が比較的高い事象が複数同時に発生した場合であれば、それら複数の危険要因を示す複数のアイコンを同時に提示しても良い。例えば車両左前方と車両右前方とに別々のアイコンを同時に提示しても良く、このように構成すれば、運転者は、視線を車両左前方と車両右前方とに定期的に交互に向けることが可能となり、視線を車両左前方と車両右前方とに交互に移動して注意しながら運転することが可能となる。又、複数の危険要因を示す複数のアイコンを同時に提示する場合に、その危険度の高低を区分して提示しても良い。例えば危険度が比較的高い危険要因のアイコンを

赤色で表示し、危険度が比較的低い危険要因のアイコンを黄色で表示する等しても良い。

請求の範囲

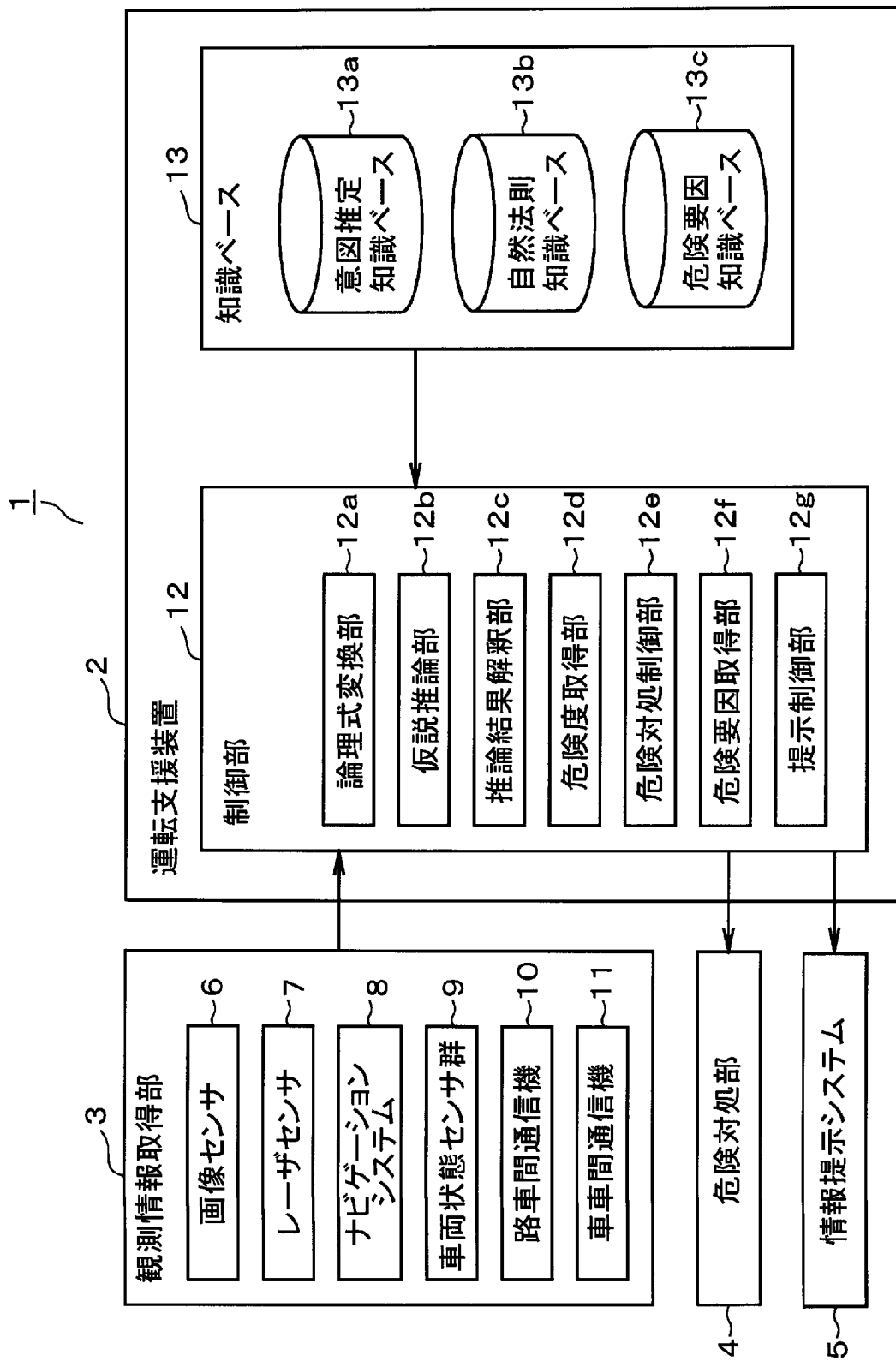
- [請求項1] 運転者の安全を脅かす事象の発生が予測されると、その予測された事象の危険度を取得する危険度取得部（12d）と、
- 予測された事象に対する危険対処を危険対処部（4）に実行させる危険対処制御部（12e）と、
- 危険に繋がる要因を危険要因として取得する危険要因取得部（12f）と、
- 危険要因に係る情報の提示を制御する提示制御部（12g）と、を備え、
- 前記提示制御部は、前記危険対処制御部が危険対処を前記危険対処部に実行させない判定し、且つ危険度が規定値以上であると判定すると、危険要因が存在する旨を示す情報を提示する運転支援装置（2）。
- [請求項2] 前記提示制御部は、危険要因が存在する旨を示す情報として、危険要因を示すアイコンと、自車両から見て危険要因が存在する方向を示すアイコンとを提示する請求項1に記載した運転支援装置。
- [請求項3] 前記提示制御部は、前記危険対処制御部が危険対処を前記危険対処部に実行させない判定し、且つ危険度が規定値以上でない判定すると、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示する請求項1又は2に記載した運転支援装置。
- [請求項4] 運転者の安全を脅かす事象の発生が予測されると、その予測された事象に対する危険対処を実行する危険対処部（4）を有する運転支援装置（2）の制御部（12）に、
- 運転者の安全を脅かす事象の発生が予測されると、その予測された事象の危険度を取得する危険度取得手順と、
- 危険に繋がる要因を危険要因として取得する危険要因取得手順と、
- 予測された事象に対する危険対処が実行されなかったと判定し、且つ危険度が規定値以上であると判定すると、危険要因が存在する旨を

示す情報を提示する提示制御手順と、を実行させる運転支援プログラム。

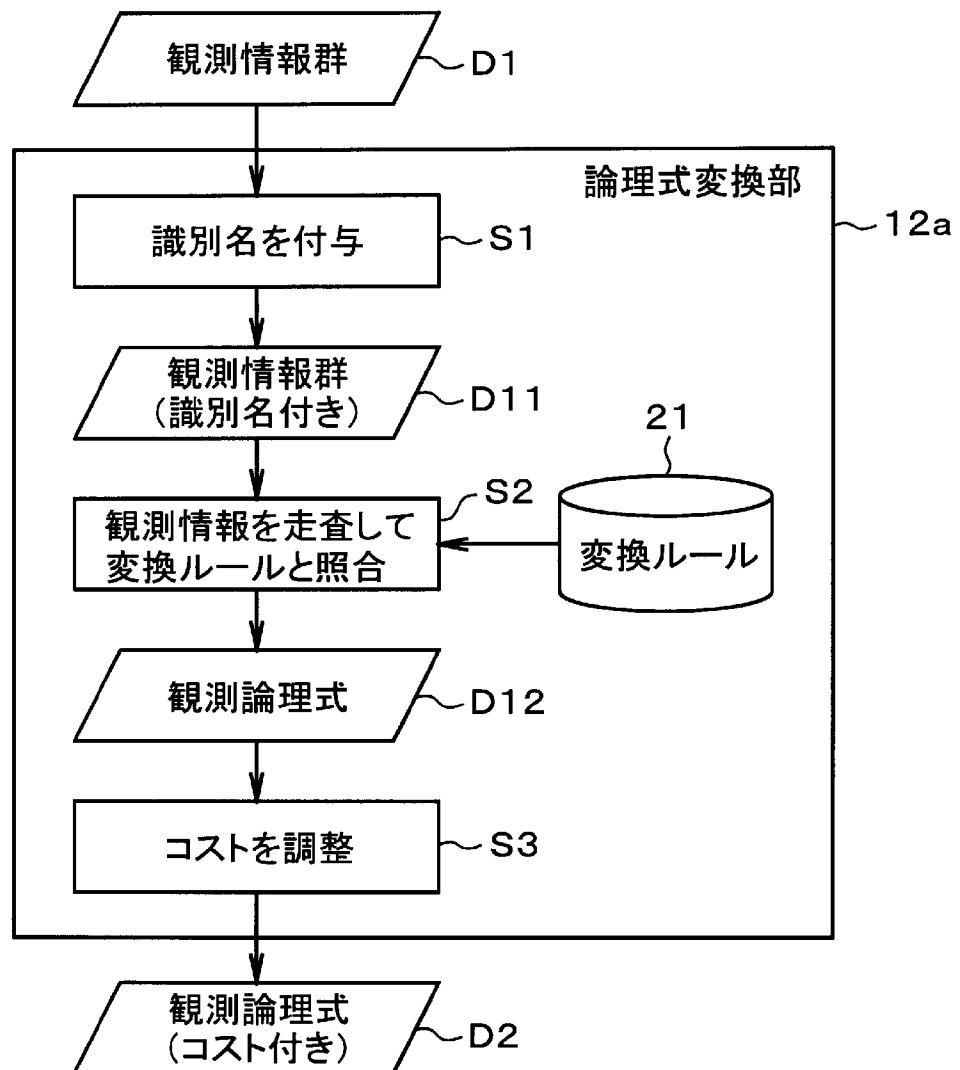
[請求項5] 前記提示制御手順は、予測された事象に対して危険対処が実行されなかったと判定し、且つ危険度が規定値以上でないと判定すると、危険要因が存在しない旨を示す情報を提示する請求項4に記載した運転支援プログラム。

[請求項6] 請求項4又は5に記載した運転支援プログラムを記憶する、コンピュータ読み取り可能な非一時的な記憶媒体。

[図1]



[図2]



[図3A]

物体認識結果	論理定数
壁	W
ボール1	B

[図3B]

天候や道路の状態

観測例	出力する論理式(リテラル)
雨が降っている	Rainy(Scene)
夜間である	dark(Scene)
交差点がある	cross-road(C)

物体の属性

観測例	出力する論理式(リテラル)
Xは自動車である	car(X)
Yは歩行者である	person(Y)
Yは傘を差している	with-umbrella(Y)

物体間の位置関係

観測例	出力する論理式(リテラル)
Xの前方にYがいる	in-front-of(Now,Y,X)
交差点C上にYがいる	on(Now,Y,C)
交差点Cに対して、XよりもYのほうが近い	is-closer-to(Now,C,Y,X)

[図4]

コスト付与の例(信頼度に反比例して設定)

観測例	認識の信頼度	出力する論理式
Xは自動車である	100%	$\text{car}(X)^{\$1}$
Yは歩行者である	50%	$\text{person}(Y)^{\$2}$
Yは傘を差している	25%	$\text{with-umbrella}(Y)^{\$4}$

[図5]

意図推定知識ベース

知識の種類	例	論理式
意志と意志の関係	左折(右折)する意志があるなら、減速する意志もある	$\forall x \text{ will-turn-left}(x)^{1.2} \rightarrow \text{will-slow-down}(x)$
意志と状態の関係	左尾灯が点灯しているなら、左折する意志がある	$\forall x \text{ will-turn-left}(x)^{1.2} \rightarrow \text{left-tail-light-on}(x)$
意志と道路環境の関係	・水たまりが前方にあるなら、回避行動を取る意志がある ・夜は死角を作りやすい	$\forall x, p \text{ in-front-of}(\text{Now}, p, x)^{0.6} \wedge \text{puddle}(p)^{0.6} \rightarrow \text{will-avoid}(x)$
意志と位置関係の関係	・未来の時点でエージェントの位置が重なるなら、どちらかが回避行動を取る ・右折する意志があるなら、未来の時点では右前方にいる	$\forall x, y, l \text{ on}(\text{Future}, x, l)^{0.6} \wedge \text{on}(\text{Future}, y, l)^{0.6} \rightarrow \text{will-avoid}(x)$ $\forall x, y, l \text{ will-turn-right}(x)^{0.6} \wedge \text{right-front-of}(\text{Now}, l, x)^{0.6} \rightarrow \text{on}(\text{Future}, l, x)$
意志と「位置関係＋物体の種類」	前方に大型車がいるなら、回避行動を取る	$\forall t, x \text{ in-front-of}(\text{Now}, p, x)^{0.6} \wedge \text{heavy}(t)^{0.6} \rightarrow \text{will-avoid}(x)$

[図6]

自然法則知識ベース

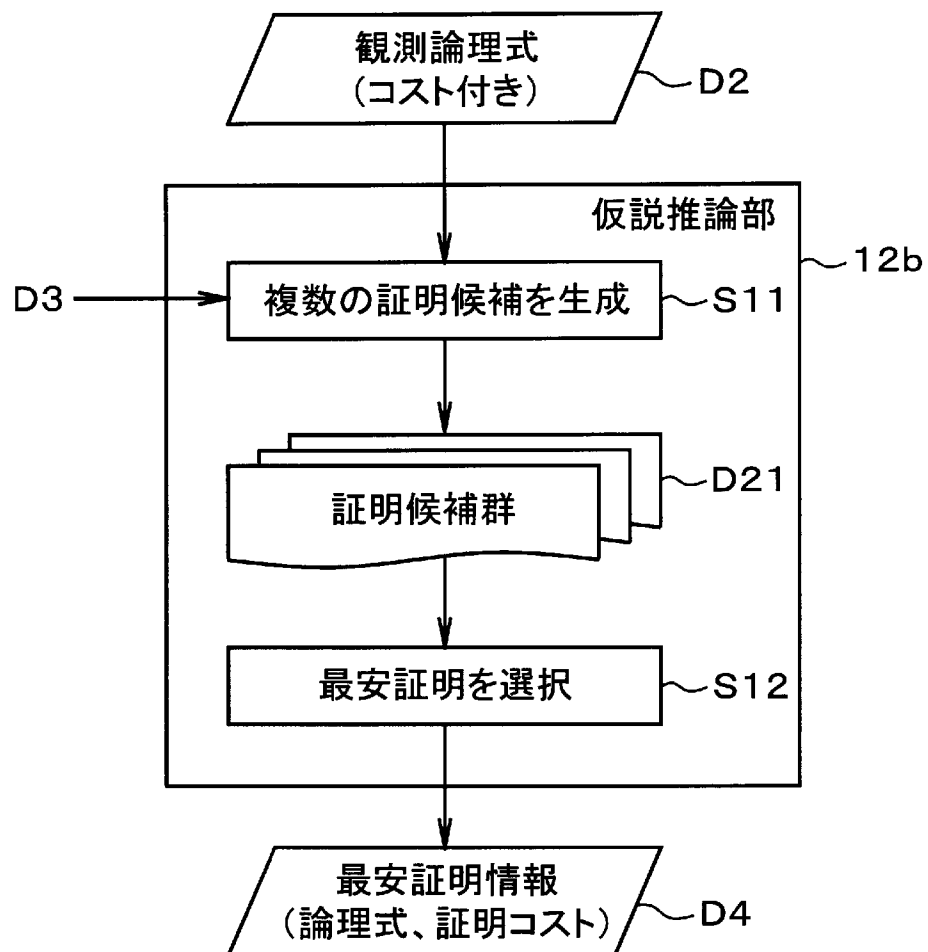
無矛盾性の保証(概念)	大人と子供という性質は同時に成立しない	$\forall x \text{ adult}(x) \wedge \text{child}(x) \rightarrow \perp$
無矛盾性の保証(位置)	・自動車は同時に違う車線に属せない ・XがYの左にあるなら、XはYの右にあることはない	$\forall x \text{ on}(x, \text{MyLane}) \wedge \text{on}(x, \text{OppositeLane}) \rightarrow \perp$ $\forall x, y \text{ left-of}(x, y) \wedge \text{right-of}(x, y) \rightarrow \perp$
概念間の上位下位関係	トラックは乗り物である	$\forall x \text{ car}(x)^{1,2} \rightarrow \text{vehicle}(x)$
物理法則	エージェントは前方に進む	$\forall x, l \text{ agent}(x)^{0.6} \wedge \text{in-front-of}(\text{Now}, l, x)^{0.6} \rightarrow \text{on}(\text{Future}, x, l)$
位置関係と可視性	互いに不可視な2つのエージェントの間には、遮蔽物がある	$\forall x, y \text{ invisible-to}(\text{Now}, x, y)^{1,2} \rightarrow \exists z \text{ in-between}(\text{Now}, z, x, y)$
物体間の関係	・子供は (サッカーボールを追いかける 公園で遊ぶ 母親のもとに駆け寄る) ・タクシーは人の前で止まる	$\forall x, y \text{ child}(x)^{0.6} \wedge \text{follows}(x, y)^{0.6} \rightarrow \text{soccer-ball}(y)$ $\forall x \text{ taxi}(x)^{0.4} \wedge \text{person}(y)^{0.4} \wedge \text{left-front-of}(\text{Now}, x, y)^{0.4} \rightarrow \text{will-stop}(x)$

[図7]

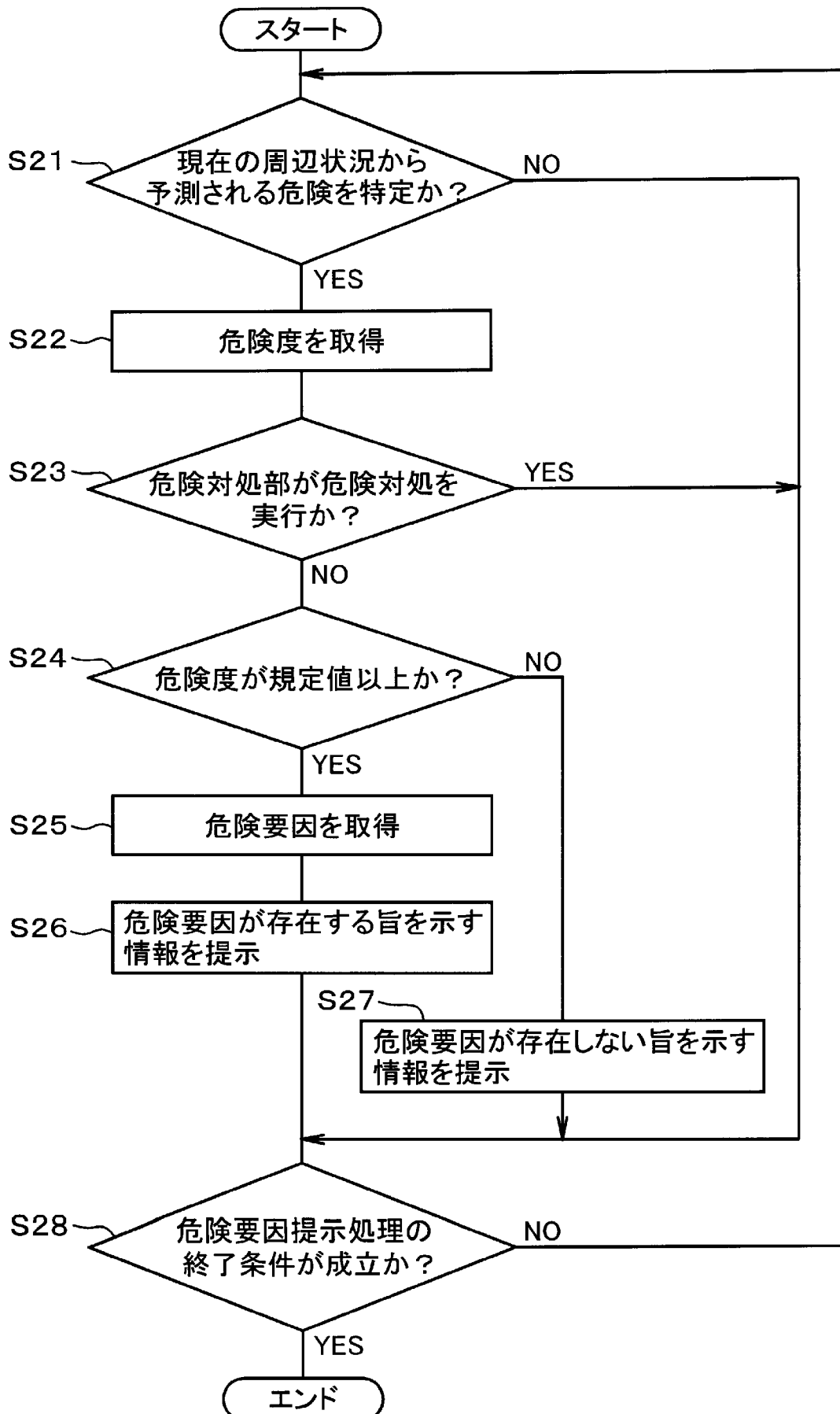
危険要因知識ベース

衝突	将来、自分と同じ位置に別の物体がいるならば、危険	$\forall x,y,l \text{ on(Future},x,l) \text{ }^{0.6} \wedge \text{on(Future},y,l) \text{ }^{0.6} \rightarrow \text{risk}(r,x)$
意志	自分の目の前に、(減速 左折)する意志を持つ物体があるならば、危険	$\forall x,y,l \text{ in-front-of(Now},x,y) \text{ }^{0.6} \wedge \text{will-stop}(y) \text{ }^{0.6} \rightarrow \text{risk}(r,x)$
不可視物体	自分から見えない物体が突然飛び出してくるならば、危険	$\forall x,y,l \text{ invisible-to(Now},x,y) \text{ }^{0.6} \wedge \text{will-rush-out}(y) \text{ }^{0.6} \rightarrow \text{risk}(r,x)$

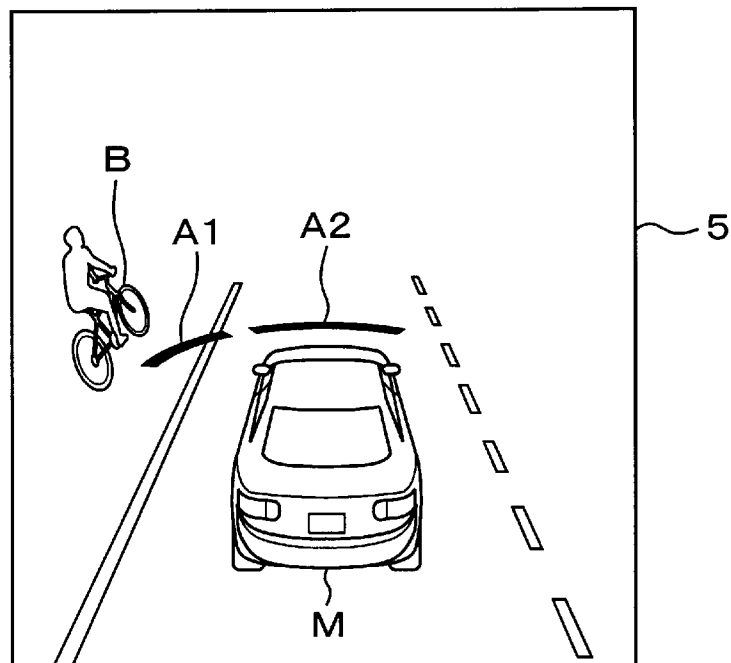
[図8]



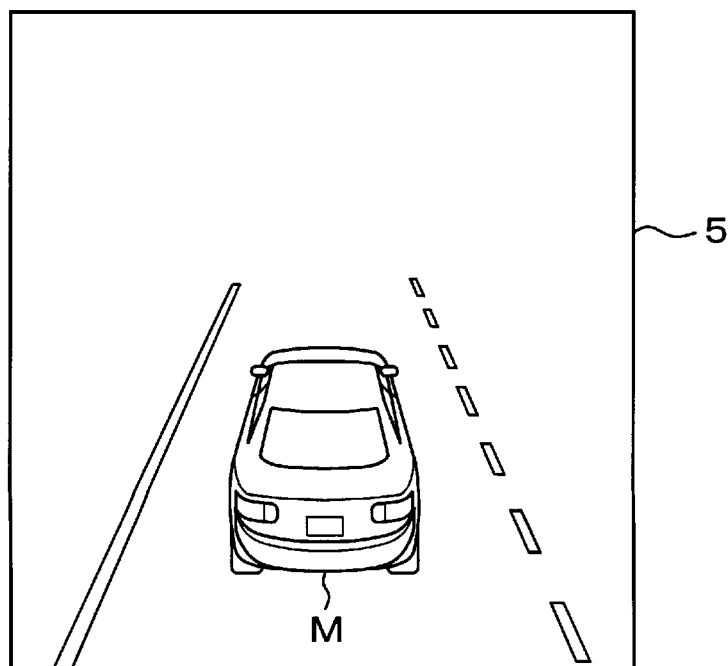
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009958

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01)i, B60K35/00(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, B60K35/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y	JP 2010-67235 A (Fujitsu Ten Ltd.), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0055], [0059] to [0067]; fig. 3, 6 (Family: none)	1, 4 2-3, 5-6
Y	JP 2006-85285 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 March 2006 (30.03.2006), paragraphs [0061], [0118], [0126]; fig. 12A to 12H (Family: none)	2-3, 5-6

☐ 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
22 May 2017 (22.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, B60K35/00(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. G08G1/16, B60K35/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2010-67235 A（富士通テン株式会社）2010.03.25, 段落[0055], [0059]-[0067], 図3, 6（ファミリーなし）	1, 4 2-3, 5-6
Y	JP 2006-85285 A（松下電器産業株式会社）2006.03.30, 段落[0061], [0118], [0126], 図12A-図12H（ファミリーなし）	2-3, 5-6

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

22.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

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）

大内 俊彦

3H

8369

電話番号 03-3581-1101 内線 3316