

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6566301号
(P6566301)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 7 B 15/00 (2011.01) G 0 7 B 15/00 5 1 0

請求項の数 5 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2015-96879 (P2015-96879)	(73) 特許権者	899000057 学校法人日本大学 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
(22) 出願日	平成27年5月11日(2015.5.11)	(73) 特許権者	505389695 首都高速道路株式会社 東京都千代田区霞が関1-4-1
(65) 公開番号	特開2016-212700 (P2016-212700A)	(73) 特許権者	509049090 首都高E T Cメンテナンス株式会社 東京都港区芝三丁目5番5号
(43) 公開日	平成28年12月15日(2016.12.15)	(74) 代理人	100161207 弁理士 西澤 和純
審査請求日	平成30年5月7日(2018.5.7)	(74) 代理人	100175824 弁理士 小林 淳一
		(74) 代理人	100126882 弁理士 五十嵐 光永

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両通過判定装置、車両検知システム及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の通過方向に複数並べられた検出器がそれぞれ出力する車両の有無を示す検出結果を取得する取得部と、

前記検出器が並べられている順序に基づく情報であって、前記検出結果の組み合わせの遷移が、正常であるか異常であるかをペトリネットによって示す遷移情報が、予め記憶されている記憶部と、

前記取得部が取得した前記検出結果と、前記記憶部に記憶されている前記遷移情報とに基づいて、通過する車両ごとにトークンを割り当て、前記ペトリネット上において車両を前記トークンとして示すことにより、前記検出結果の組み合わせが正常遷移であるか、異常遷移であるかを、通過する車両ごとに判定する判定部と、

前記判定部による判定結果を出力する出力部と、
を備えることを特徴とする車両通過判定装置。

【請求項2】

前記遷移情報とは、複数並べられた前記検出器の互いの距離に更に基づく情報であることを特徴とする請求項1に記載の車両通過判定装置。

【請求項3】

前記遷移情報とは、車両の有無を示す前記検出結果によって、車両有り又は無しの状態が継続して検出されている時間に更に基づく情報であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の車両通過判定装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の車両通過判定装置と、
前記出力部が出力する前記判定結果を示す情報を示す表示装置と、
を備えることを特徴とする車両検知システム。

【請求項 5】

ペトリネットによって構成され、検出結果の基準を示す情報である遷移情報が予め記憶されている記憶部を備える車両通過判定装置のコンピュータに、

車両の通過方向に複数並べられた検出器がそれぞれ出力する車両の有無を示す検出結果を取得する取得ステップと、

前記取得ステップにおいて取得された前記検出結果と、前記遷移情報とに基づいて、通過する車両ごとにトークンを割り当て、前記ペトリネット上において車両を前記トークンとして示すことにより、前記検出結果の組み合わせが正常遷移であるか、異常遷移であるかを、通過する車両ごとに判定する判定ステップと、

前記判定ステップによる判定結果を出力する出力ステップと

を実行させるための車両通過判定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両通過判定装置、車両検知システム及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車有料道路における利用料金の徴収には、ノンストップ自動料金支払いシステム（以下、ETCシステム：Electronic Toll Collection System）が使用されている。ETCシステムは、ETC車載器を備えた車両と、車線の上部に設置されたアンテナとが通信を行うことにより、車両が停止することなく利用料金を徴収する。

【0003】

このようなETCシステムでは、車両を検出する検出器が、料金徴収車線の上部に間隔を開けて複数設置されている。従来のETCシステムは、料金徴収車線の通過方向と逆行している車両を、検出器が検出した場合には、料金所のゲートを閉じて車両の運転者に停止を促す情報を表示機に明示する制御を行うものがある（例えば、特許文献1を参照。）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-92284号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、ETCシステムには、車両の逆行などの異常状態を検出するものがある。この異常状態を検出する場合、ETCシステムが複数の検出器を備え、これら複数の検出器による検出結果の組み合わせによって、正常状態と、異常状態とを判別することにより、検出する場合がある。しかしながら、これら複数の検出器による検出結果の組み合わせは多岐にわたる場合があり、このような場合、異常状態を判定するための設計や、その検証が煩雑になることがある。すなわち、複数の車両検出器を備えるETCシステムでは、異常状態を判定するための設計作業及び設計の検証作業が煩雑になる、という問題があった。

【0006】

本発明は、ETCシステムの設計作業及び設計の検証作業が煩雑になる程度を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

本発明の一実施形態は、車両の通過方向に複数並べられた検出器がそれぞれ出力する車両の有無を示す検出結果を取得する取得部と、前記検出器が並べられている順序に基づく情報であって、前記検出結果の組み合わせの遷移が、正常であるか異常であるかをペトリネットによって示す遷移情報が、予め記憶されている記憶部と、前記取得部が取得した前記検出結果と、前記記憶部に記憶されている前記遷移情報とに基づいて、通過する車両ごとにトークンを割り当て、前記ペトリネット上において車両を前記トークンとして示すことにより、前記検出結果の組み合わせが正常遷移であるか、異常遷移であるかを、通過する車両ごとに判定する判定部と、前記判定部による判定結果を出力する出力部と、を備えることを特徴とする車両通過判定装置である。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、E T Cシステムの設計作業及び設計の検証作業が煩雑になる程度を低減することができる車両通過判定装置、及びそのプログラムを提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係る車両検知システムの構成の概要を示す模式図である。

【 図 2 】 第 1 の実施形態に係る遷移情報の一例を示す状態遷移図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係る車両検知システムの構成の一例を示す概要図である。

【 図 4 】 第 1 の実施形態に係る車両通過判定装置の動作の一例を示す流れ図である。

20

【 図 5 】 第 2 の実施形態に係る車両検知システムの構成の概要を示す模式図である。

【 図 6 】 第 2 の実施形態に係る遷移情報の一例を示す状態遷移図である。

【 図 7 】 第 2 の実施形態に係る車両通過判定装置の動作の一例を示す流れ図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

[第 1 の実施形態]

以下、図を参照して車両検知システム 1 の第 1 の実施形態について説明する。初めに図 1 を参照して、車両検知システム 1 の構成の概要について説明する。

図 1 は、本実施形態の車両検知システム 1 の構成の概要を示す模式図である。車両検知システム 1 は、車両通過判定装置 1 0 と、車両位置検出装置 2 0 と、表示装置 3 0 とを備える。ここでは、車両検知システム 1 が設置されている場所が、料金所のゲートである場合を一例にして説明する。まず、車両位置検出装置 2 0 の概要について説明する。

30

【 0 0 1 1 】

車両位置検出装置 2 0 は、複数の検出器を備える。ここでは、この車両位置検出装置 2 0 が、3つの検出器を備える場合を一例にして説明する。検出器 2 0 1 と、検出器 2 0 2 と、検出器 2 0 3 とは、料金所の車両通過レーン L T を通過する車両の通過方向に互いに所定の間隔をあけて、設置される。以下、これら 3つの検出器を区別する場合には、検出器 2 0 1、検出器 2 0 2、及び検出器 2 0 3 と称し、3つの検出器を区別しない場合には、これらを総称して検出器 2 0 0 と称する。

【 0 0 1 2 】

検出器 2 0 0 は、車両検出センサを備えている。この車両検出センサは赤外線、可視光線、音波などの透過の有無又は反射の有無により検出対象の位置に物体が存在するか否かを検出する。検出器 2 0 0 は、この検出対象の位置の車両の有無を検出することができる。

40

検出器 2 0 0 は、車両の有無を検出した結果を、他の機器に出力する。以下の説明において、検出器 2 0 1 が車両の有無を検出した結果を、検出結果 r 1 と称する。検出器 2 0 2 が車両の有無を検出した結果を、検出結果 r 2 と称する。検出器 2 0 3 が車両の有無を検出した結果を、検出結果 r 3 と称する。以下、検出結果 r 1 と、検出結果 r 2 と、検出結果 r 3 とを区別しない場合には、これらを総称して検出結果 r と称する。

車両位置検出装置 2 0 は、検出器 2 0 0 が検出した車両の有無を示す検出結果 r を、車

50

両通過判定装置 10 に出力する。

【0013】

なお、図1に示す検出器200の数は一例であって、これに限られない。車両位置検出装置20は、車両通過レーンLTを通過する車両の進行方向が判定可能な数の検出器200を備えていればよい。具体的には、車両位置検出装置20は、検出器200を2台以上備えていればよい。

【0014】

次に、車両位置検出装置20の検出領域について説明する。本実施形態では、検出される対象である車両を、車両Vと称する。また、車両Vが料金所を通過する方向を方向drと称し、方向drと逆の方向を方向rvと称する。また、方向drを、前方とも称する。方向rvを、後方とも称する。

10

【0015】

この検出領域には、検出器200が車両の有無を検出可能な位置と、検出器200が車両の有無を検出不可能な位置とが含まれる。検出器200が車両の有無を検出可能な位置には、検出器201が検出可能な位置である位置S1と、検出器202が検出可能な位置である位置S2と、検出器203が検出可能な位置である位置S3とが含まれる。すなわち、検出器201は、位置S1に車両が存在するか否かを検出する。検出器202は、位置S2に車両が存在するか否かを検出する。検出器203は、位置S3に車両が存在するか否かを検出する。ここで、位置S1を、検出器201の検出領域とも称する。位置S2を、検出器202の検出領域とも称する。位置S3を、検出器203の検出領域とも称する。

20

【0016】

検出器200が車両の有無を検出不可能な位置には、位置S1よりも後方の位置P0と、位置S1と位置S2との間の位置P1とが含まれる。また、検出器200が車両の有無を検出不可能な位置には、位置S2と位置S3との間の位置P2と、位置S3よりも前方の位置P3とが含まれる。本実施形態では、車両Vが料金所に到達してから、料金所を通過するまでの車両Vの位置は、これら7つの位置によって示される。車両Vの位置について、図1を参照して、より具体的に説明する。

【0017】

まず、図1に示すように、車両Vが、方向drに向かって料金所を通過する場合について説明する。この場合、車両Vは、位置P0、位置S1、位置P1、位置S2、位置P2、位置S3、位置P3の順に通過する。以下の説明において、車両Vが方向drに向かって進行する場合を、順方向の進行と称する。

30

次に、車両Vが、方向rvに向かって料金所を通過する場合について説明する。この場合、車両Vが位置P3から料金所に進入したとすると、車両Vは、位置P3、位置S3、位置P2、位置S2、位置P1、位置S1、位置P0の順に通過する。以下の説明において、車両Vが方向rvに向かって進行する場合を、逆方向の進行、又は逆走と称する。なお、車両Vがいずれの位置から進行を開始したかを問わず、車両Vが方向rvに向かって進行すれば、逆走である。例えば、車両Vが位置S2から位置P1に向かって進行した場合には、逆走である。

40

【0018】

次に、車両通過判定装置10の構成の概要について説明する。車両通過判定装置10は、車両位置検出装置20の検出結果rと、遷移情報Info1とに基づいて車両Vの通過の判定を行う。以下、この遷移情報Info1の具体例について、図2を参照して説明する。

【0019】

図2は、遷移情報Info1の一例を示す状態遷移図である。本実施形態においては、遷移情報Info1とは、有限オートマトンによって示される情報である。この有限オートマトンは「状態」と、状態間を接続する「遷移」と、遷移の可否を判定する条件である「遷移条件」とによって、対象のシステムのふるまいを表す。なお、以下の説明において

50

、遷移情報 I n f o 1 の「状態」を、車両 V の状態とも記載する。また、遷移情報 I n f o 1 の「遷移」を、車両 V の状態の遷移とも記載する。また、遷移情報 I n f o 1 の「遷移条件」を、車両 V の状態の遷移条件とも記載する。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示す遷移情報 I n f o 1 において、車両 V の状態は、検出器 2 0 0 の検出結果 r によって示される。例えば、検出器 2 0 1 の検出結果 r 1 が " 車両あり " を示し、検出器 2 0 2 の検出結果 r 2、及び検出器 2 0 3 の検出結果 r 3 がいずれも " 車両なし " を示す場合には、車両 V の状態は、状態 S T S 1 である。この状態 S T S 1 は、図 1 に示す位置 S 1 に対応する。以下、検出器 2 0 0 の検出結果 r が " 車両あり " を示す場合には、検出結果 r の値が " 1 " であるとして説明する。また、検出器 2 0 0 の検出結果 r が " 車両なし " を示す場合には、検出結果 r の値が " 0 " であるとして説明する。また、検出器 2 0 1、検出器 2 0 2、検出器 2 0 3 の各検出結果 r をまとめて示す場合には、" 検出結果 r 1 の値、検出結果 r 2 の値、検出結果 r 3 の値 " と記載する。例えば、検出器 2 0 1 の検出結果 r 1 が " 車両あり " を示し、検出器 2 0 2 の検出結果 r 2、及び検出器 2 0 3 の検出結果 r 3 がいずれも " 車両なし " を示す場合には、" 1 0 0 " と記載する。また、例えば、検出器 2 0 1 の検出結果 r 1、検出器 2 0 2 の検出結果 r 2、及び検出器 2 0 3 の検出結果 r 3 が、いずれも " 車両あり " を示す場合には、" 1 1 1 " と記載する。

【 0 0 2 1 】

また、図 2 に示す遷移情報 I n f o 1 において、車両 V の状態の遷移条件は、検出器 2 0 0 の検出結果 r に対応付けられて、遷移毎に予め定められている。以下の説明において、車両 V の状態の遷移条件を、検出器 2 0 0 の検出結果 r に対応付けて条件 C [検出結果 r 1 の値、検出結果 r 2 の値、検出結果 r 3 の値] と記載する。例えば、検出器 2 0 0 の検出結果 r " 1 0 0 " に対応付けられている遷移条件は、条件 C [1 0 0] と記載する。また、例えば、検出器 2 0 0 の検出結果 r " 1 1 1 " に対応付けられている遷移条件は、条件 C [1 1 1] と記載する。

【 0 0 2 2 】

また、遷移情報 I n f o 1 の「遷移」には、「正常遷移」と、「異常遷移」とが含まれる。このうち正常遷移とは、車両 V が図 1 に示す方向 d r に進行する場合の、車両 V の状態の遷移である。また、異常遷移とは、車両 V が図 1 に示す方向 r v に進行する場合の、すなわち逆行する場合の車両 V の状態遷移である。以下、遷移情報 I n f o 1 の具体例について図 2 を参照して詳細に説明する。まず、遷移情報 I n f o 1 の正常遷移について、状態毎に説明し、次に遷移情報 I n f o 1 の異常遷移について、状態毎に説明する。

【 0 0 2 3 】

[状態 S T P 0 からの正常遷移]

状態 S T P 0 は、図 2 に示す遷移情報 I n f o 1 の初期状態を示す。この状態 S T P 0 とは、料金所に進入する車両 V がまだ位置 S 1 に進行していないことを示す状態である。

状態 S T P 0 の他の状態への正常遷移は、遷移 T 0 1 と、遷移 T 0 2 とがある。

遷移 T 0 1 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 0 1 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 P 0 から位置 S 1 に進行せずに留まっている場合、検出器 2 0 1、検出器 2 0 2、及び検出器 2 0 3 は、いずれも " 車両なし " を出力する。この場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。すなわち、条件 C [0 0 0] とは、車両 V が位置 S 1 に進行せずに位置 P 0 に留まっていることを示す。車両 V が位置 P 0 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T P 0 に保持される。

【 0 0 2 4 】

遷移 T 0 2 の遷移条件は、条件 C [1 0 0] である。検出結果 r が条件 C [1 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 0 2 にしたがって状態 S T S 1 に遷移する。ここで、車両 V が位置 P 0 から位置 S 1 に進行して、位置 S 1 に達した場合、検出器 2 0 1 が " 車両あり " を出力し、検出器 2 0 2、及び検出器 2 0 3 は、" 車両なし " を出力する。この場合、検出結果 r は " 1 0 0 " であり、条件 C [1 0 0] と合致する。したがって

、車両Vが位置S1に達した場合、車両Vの状態は、状態STP0から状態STS1に遷移する。

ここで、車両Vが位置P0から位置S1に進行することは、方向drに進行することを示す。方向drへの進行は正常遷移であるから、状態STP0から状態STS1への遷移は正常遷移である。

【0025】

[状態STS1からの正常遷移]

状態STS1は、車両Vが位置S1に存在していることを示す。

状態STS1からの他の状態への正常遷移は、遷移T03と、遷移T04と、遷移T05と、遷移T06とがある。

遷移T03の遷移条件は、条件C[100]である。検出結果rが条件C[100]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T03にしたがって遷移する。ここで、車両Vが位置S1に留まっている場合、検出結果rは"100"であり、条件C[100]と合致する。したがって、車両Vが位置S1に留まっている場合、車両Vの状態は、状態STS1に保持される。

【0026】

遷移T06の遷移条件は、条件C[000]である。検出結果rが条件C[000]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T06にしたがって状態STP1に遷移する。ここで、車両Vが位置S1から位置P1に進行して、位置P1に達した場合、検出器201、検出器202、及び検出器203は、いずれも"車両なし"を出力する。この場合、検出結果rは"000"であり、条件C[000]と合致する。したがって、車両Vが位置P1に達した場合、車両Vの状態は、状態STS1から状態STP1に遷移する。

ここで、車両Vが位置S1から位置P1に進行することは、方向drに進行することを示す。方向drへの進行は正常遷移であるから、状態STS1から状態STP1への遷移は正常遷移である。

【0027】

遷移T04の遷移条件は、条件C[110]である。検出結果rが条件C[110]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T04にしたがって状態STS1S2に遷移する。ここで、車両Vの状態が、状態STS1S2に遷移する場合について説明する。車両Vの車両長が、検出器201から検出器202までの間隔より長い場合、検出器201と、検出器202とが同時に"車両あり"を検出する場合がある。具体的には、車両Vの先頭部分が位置S2にある場合に、この車両Vの後尾部分が位置S1にある場合がある。この場合、車両位置検出装置20の検出結果rは"110"であり、条件C[110]と合致する。したがって、車両Vの先頭が位置S2にある場合に、車両Vの後尾が位置S1にある場合には、車両Vの状態は、状態STS1から状態STS1S2に遷移する。

ここで、車両Vが位置S1から位置S2に進行することは、方向drに進行することを示す。方向drへの進行は正常遷移であるから、状態STS1から状態STS1S2への遷移は正常遷移である。

【0028】

遷移T05の遷移条件は、条件C[010]である。検出結果rが条件C[010]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T05にしたがって状態STS2に遷移する。ここで、車両Vの状態が、状態STS2に遷移する場合の具体例について説明する。車両位置検出装置20は、所定の時間おきに車両Vの位置を検出する。車両Vが位置S1から位置S2に進行する場合、検出器201の出力は"車両あり"から"車両なし"に変化し、検出器202の出力は"車両なし"から"車両あり"に変化する。車両Vの速度が比較的遅い場合には、車両位置検出装置20は、検出器201と検出器202とのいずれもが"車両なし"を検出する。つまり、車両Vの速度が比較的遅い場合には、車両位置検出装置20は、位置S1から位置P1に移動し、更に位置S2に移動したことを検出する。一方、車両Vの速度が比較的速い場合には、車両位置検出装置20は、検出器201が"車両なし"を検出すると同時に検出器202が"車両あり"を検出することができる。つまり

、車両位置検出装置 20 は、位置 S1 から位置 P1 を介さずに位置 S2 に移動したことを検出する。

この遷移 T05 は、車両位置検出装置 20 が、車両 V が位置 P1 へ移動したことを検出せずに、車両 V が位置 S2 に移動したことを検出したことを示す遷移である。車両 V が、位置 S1 から、位置 S2 に進行して、位置 S2 に達した場合、車両位置検出装置 20 の検出結果 r は "010" であり、条件 C [010] と合致する。したがって、車両 V が、比較的速い速度によって位置 S1 から位置 S2 に移動した場合、車両 V の状態は状態 S T S 1 から状態 S T S 2 へ遷移する。

ここで、車両 V が位置 S1 から位置 S2 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 1 から状態 S T S 2 への遷移は正常遷移である。 10

【0029】

[状態 S T S 1 S 2 からの正常遷移]

状態 S T S 1 S 2 は、車両 V の車両長が検出器 201 から検出器 202 までの間隔より長い場合に遷移する状態である。状態 S T S 1 S 2 は、車両 V が位置 S1 と、位置 P1 と、位置 S2 とに存在していることを示す。

状態 S T S 1 S 2 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T07 と、遷移 T08 とがある。

遷移 T07 の遷移条件は、条件 C [110] である。検出結果 r が条件 C [110] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T07 にしたがって遷移する。ここで、車両 V の先頭が位置 S2 に、車両 V の後尾が位置 S1 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 S 2 に保持される。 20

【0030】

遷移 T08 の遷移条件は、条件 C [010] である。検出結果 r が条件 C [010] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T08 にしたがって状態 S T S 2 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S2 に進行して、車両 V の後尾が位置 P1 に達した場合、検出結果 r は "010" であり、条件 C [010] と合致する。したがって、車両 V が検出器 201 の検出領域である位置 S1 より前方に進行し、検出領域外に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 S 2 から状態 S T S 2 に遷移する。

ここで、車両 V が位置 S1 から位置 S2 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 1 S 2 から状態 S T S 2 への遷移は正常遷移である。 30

【0031】

[状態 S T P 1 からの正常遷移]

状態 S T P 1 は、車両 V が位置 P1 に存在していることを示す。

状態 S T P 1 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T09 と、遷移 T10 とがある。

遷移 T09 の遷移条件は、条件 C [000] である。検出結果 r が条件 C [000] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T09 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 P1 に留まっている場合、検出結果 r は "000" であり、条件 C [000] と合致する。したがって、車両 V が位置 P1 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T P 1 に保持される。 40

【0032】

遷移 T10 の遷移条件は、条件 C [010] である。検出結果 r が条件 C [010] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T10 にしたがって状態 S T S 2 に遷移する。ここで、車両 V が位置 P1 から位置 S2 に進行して、位置 S2 に達した場合、検出結果 r は "010" であり、条件 C [010] と合致する。したがって、車両 V が位置 S2 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T P 1 から状態 S T S 2 に遷移する。

ここで、車両 V が位置 P1 から位置 S2 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T P 1 から状態 S T S 2 への遷移は正常遷移である。 50

【 0 0 3 3 】

[状態 S T S 2 からの正常遷移]

状態 S T S 2 は、車両 V が位置 S 2 に存在していることを示す。

状態 S T S 2 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T 1 1 と、遷移 T 1 2 と、遷移 T 1 3 と、遷移 T 1 4 とがある。

遷移 T 1 1 の遷移条件は、条件 C [0 1 0] である。検出結果 r が条件 C [0 1 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 1 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 S 2 に留まっている場合、検出結果 r は " 0 1 0 " であり、条件 C [0 1 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 2 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 2 に保持される。

10

【 0 0 3 4 】

遷移 T 1 4 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 4 にしたがって状態 S T P 2 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 P 2 に進行して、位置 P 2 に達した場合、検出器 2 0 1、検出器 2 0 2、及び検出器 2 0 3 は、いずれも " 車両なし " を出力する。この場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 2 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 2 から状態 S T P 2 に遷移する。

ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 P 2 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 2 から状態 S T P 2 への遷移は正常遷移である。

20

【 0 0 3 5 】

遷移 T 1 2 の遷移条件は、条件 C [0 1 1] である。検出結果 r が条件 C [0 1 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 2 にしたがって状態 S T S 2 S 3 に遷移する。車両 V の車両長が、検出器 2 0 2 から検出器 2 0 3 までの間隔より長い場合、つまり、車両 V の先頭が位置 S 3 にあり、車両 V の後尾が位置 S 2 にある場合には、車両 V の状態は、状態 S T S 2 から状態 S T S 2 S 3 に遷移する。

なお、この遷移 T 1 2 は、条件 C の成立過程が遷移 T 0 4 と同様であるので、詳細な説明を省略する。

ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 S 3 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 2 から状態 S T S 2 S 3 への遷移は正常遷移である。

30

【 0 0 3 6 】

遷移 T 1 3 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 3 にしたがって状態 S T S 3 に遷移する。ここで、車両 V が、比較的速い速度によって位置 S 2 から位置 S 3 に移動した場合、車両 V の状態は状態 S T S 2 から状態 S T S 3 へ遷移する。

なお、この遷移 T 1 3 は、条件 C の成立過程が遷移 T 0 5 と同様であるので、詳細な説明を省略する。

ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 S 3 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 2 から状態 S T S 3 への遷移は正常遷移である。

40

【 0 0 3 7 】

[状態 S T S 2 S 3 からの正常遷移]

状態 S T S 2 S 3 は、車両 V の車両長が検出器 2 0 2 から検出器 2 0 3 までの間隔より長い場合に遷移する状態である。

状態 S T S 2 S 3 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T 1 5 と、遷移 T 1 6 とがある。

遷移 T 1 5 の遷移条件は、条件 C [0 1 1] である。検出結果 r が条件 C [0 1 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 5 にしたがって遷移する。ここで、車両 V の先頭が位置 S 3 に、車両 V の後尾が位置 S 2 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態

50

S T S 2 S 3 に保持される。

【 0 0 3 8 】

遷移 T 1 6 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 6 にしたがって状態 S T S 3 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 3 に進行して、車両 V の後尾が位置 P 2 に達した場合、検出結果 r は " 0 0 1 " であり、条件 C [0 0 1] と合致する。したがって、車両 V が検出器 2 0 2 の検出領域である位置 S 2 より前方に進行し、検出領域外に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 2 S 3 から状態 S T S 3 に遷移する。

ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 S 3 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 2 S 3 から状態 S T S 3 への遷移は正常遷移である。 10

【 0 0 3 9 】

[状態 S T P 2 からの正常遷移]

状態 S T P 2 は、車両 V が位置 P 2 に存在していることを示す。

状態 S T P 2 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T 1 7 と、遷移 T 1 8 とがある。

遷移 T 1 7 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 7 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 P 2 に留まっている場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 2 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T P 2 に保持される。 20

【 0 0 4 0 】

遷移 T 1 8 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 8 にしたがって状態 S T S 3 に遷移する。ここで、車両 V が位置 P 2 から位置 S 3 に進行して、位置 S 3 に達した場合、検出結果 r は " 0 0 1 " であり、条件 C [0 0 1] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 3 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T P 2 から状態 S T S 3 に遷移する。すなわち、状態 S T S 3 は、車両 V が位置 S 3 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 P 2 から位置 S 3 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T P 2 から状態 S T S 3 への遷移は正常遷移である。 30

【 0 0 4 1 】

[状態 S T S 3 からの正常遷移]

状態 S T S 3 は、車両 V が位置 S 3 に存在していることを示す。

状態 S T S 3 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T 1 9 と、遷移 T 2 0 とがある。

遷移 T 1 9 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 1 9 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 S 3 に留まっている場合、検出結果 r は " 0 0 1 " であり、条件 C [0 0 1] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 3 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 3 に保持される。 40

【 0 0 4 2 】

遷移 T 2 0 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 0 にしたがって状態 S T P 3 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 3 から位置 P 3 に進行して、位置 P 3 に達した場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 3 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 3 から状態 S T P 3 に遷移する。すなわち、状態 S T P 3 は、車両 V が位置 P 3 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 S 3 から位置 P 3 に進行することは、方向 d r に進行することを示す。方向 d r への進行は正常遷移であるから、状態 S T S 3 から状態 S T P 3 への遷移は正常遷移である。 50

【 0 0 4 3 】

[状態 S T P 3 からの正常遷移]

状態 S T P 3 は、車両 V が位置 P 3 に存在していることを示す。

状態 S T P 3 からの他の状態への正常遷移は、遷移 T 2 1 と、遷移 T 2 2 とがある。

遷移 T 2 1 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 1 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 P 3 に留まっている場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 3 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T P 3 に保持される。

遷移 T 2 2 は、状態 S T P 3 からの遷移を示す。

【 0 0 4 4 】

次に、遷移情報 I n f o 1 の異常遷移について、状態毎に説明する。

【 0 0 4 5 】

[状態 S T P 3 からの異常遷移]

状態 S T P 3 からの他の状態への異常遷移は、遷移 T 2 3 がある。

遷移 T 2 3 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 3 にしたがって状態 S T S 3 ' に遷移する。ここで、車両 V が位置 P 3 から位置 S 3 に進行して、位置 S 3 に達した場合、検出結果 r は " 0 0 1 " であり、条件 C [0 0 1] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 3 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T P 3 から状態 S T S 3 ' に遷移する。

ここで、車両 V が位置 P 3 から位置 S 3 に進行することは、方向 r v に進行することを示す。方向 r v への進行は異常遷移であるから、状態 S T P 3 から状態 S T S 3 ' への遷移は異常遷移である。

【 0 0 4 6 】

[状態 S T S 3 ' からの異常遷移]

状態 S T S 3 ' からの他の状態への異常遷移は、遷移 T 2 4 と、遷移 T 2 5 と、遷移 T 2 6 と、遷移 T 2 7 とがある。

遷移 T 2 4 の遷移条件は、条件 C [0 0 1] である。検出結果 r が条件 C [0 0 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 4 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 S 3 に留まっている場合、検出結果 r は " 0 0 1 " であり、条件 C [0 0 1] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 3 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 3 ' に保持される。すなわち、状態 S T S 3 ' は、車両 V が位置 S 3 に存在していることを示す。

【 0 0 4 7 】

遷移 T 2 7 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 7 にしたがって状態 S T P 2 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 3 から位置 P 2 に進行して、位置 P 2 に達した場合、検出器 2 0 1、検出器 2 0 2、及び検出器 2 0 3 は、いずれも " 車両なし " を出力する。この場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 2 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 3 ' から状態 S T P 2 に遷移する。すなわち、状態 S T P 2 は、車両 V が位置 P 2 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 S 3 から位置 P 2 に進行することは、方向 r v に進行することを示す。方向 r v への進行は異常遷移であるから、状態 S T S 3 ' から状態 S T P 2 への遷移は異常遷移である。

【 0 0 4 8 】

遷移 T 2 5 の遷移条件は、条件 C [0 1 1] である。検出結果 r が条件 C [0 1 1] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 2 5 にしたがって状態 S T S 2 ' S 3 ' に遷移する。車両 V の車両長が、検出器 2 0 2 から検出器 2 0 3 までの間隔より長い場合、つまり、車両 V の先頭が位置 S 2 にあり、この車両 V の後尾が位置 S 3 にある場合には、車両 V の状態は、状態 S T S 3 ' から状態 S T S 2 ' S 3 ' に遷移する。

なお、この遷移 T 2 5 は、条件 C の成立過程が遷移 T 0 4 と同様であるので、詳細な説

10

20

30

40

50

明を省略する。

ここで、車両Vが位置S3から位置S2に進行することは、方向rvに進行することを示す。方向rvへの進行は異常遷移であるから、状態STS3'から状態STS2'S3'への遷移は異常遷移である。異常遷移には二つの走行パターンがある。一つは、上記「車両Vの先頭が位置S2にあり、この車両Vの後尾が位置S3にある場合」のように車両が逆走するパターン、もう一つは「車両Vの後尾が位置S2にあり、この車両Vの先頭が位置S3にある場合」のように車両が後退するパターンである。以降では、前者の逆走するパターンの例とともに説明する。

【0049】

遷移T26の遷移条件は、条件C[010]である。検出結果rが条件C[010]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T26にしたがって状態STS2'に遷移する。ここで、車両Vが、比較的速い速度によって位置S3から位置S2に移動した場合、車両Vの状態は状態STS3'から状態STS2'へ遷移する。

なお、この遷移T26は、条件Cの成立過程が遷移T05と同様であるので、詳細な説明を省略する。

ここで、車両Vが位置S3から位置S2に進行することは、方向rvに進行することを示す。方向rvへの進行は異常遷移であるから、状態STS3'から状態STS2'への遷移は異常遷移である。

【0050】

[状態STS2'S3'からの異常遷移]

状態STS2'S3'は、車両Vの車両長が検出器202から検出器203までの間隔より長い場合に遷移する状態である。

状態STS2'S3'からの他の状態への異常遷移は、遷移T28と、遷移T29とがある。

遷移T28の遷移条件は、条件C[011]である。検出結果rが条件C[011]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T28にしたがって遷移する。ここで、車両Vの先頭が位置S2に、車両Vの後尾が位置S3に留まっている場合、車両Vの状態は、状態STS2'S3'に保持される。すなわち、状態STS2'S3'は、車両Vが位置S2と、位置P2と、位置S3とに存在していることを示す。

【0051】

遷移T29の遷移条件は、条件C[010]である。検出結果rが条件C[010]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T29にしたがって状態STS2'に遷移する。ここで、車両Vが位置S2に進行して、車両Vの後尾が位置P2に達した場合、検出結果rは"010"であり、条件C[010]と合致する。したがって、車両Vが検出器203の検出領域である位置S3より後方に逆行し、検出領域外に達した場合、車両Vの状態は、状態STS2'S3'から状態STS2'に遷移する。すなわち状態STS2'は、車両Vが位置S2に存在していることを示す。

ここで、車両Vが位置S3から位置S2に進行することは、方向rvに進行することを示す。方向rvへの進行は異常遷移であるから、状態STS2'S3'から状態STS2'への遷移は異常遷移である。

【0052】

[状態STP2からの異常遷移]

状態STP2からの他の状態への異常遷移は、遷移T30がある。

遷移T30の遷移条件は、条件C[010]である。検出結果rが条件C[010]に合致した場合に、車両Vの状態は、遷移T30にしたがって状態STS2'に遷移する。ここで、車両Vが位置P2から位置S2に進行して、位置S2に達した場合、検出結果rは"010"であり、条件C[010]と合致する。したがって、車両Vが位置S2に達した場合、車両Vの状態は、状態STP2から状態STS2'に遷移する。すなわち、状態STS2'は、車両Vが位置S2に存在していることを示す。

ここで、車両Vが位置P2から位置S2に進行することは、方向rvに進行することを

10

20

30

40

50

示す。方向 $r v$ への進行は異常遷移であるから、状態 $S T P 2$ から状態 $S T S 2'$ への遷移は異常遷移である。

【 0 0 5 3 】

[状態 $S T S 2'$ からの異常遷移]

状態 $S T S 2'$ からの他の状態への異常遷移は、遷移 $T 3 1$ と、遷移 $T 3 2$ と、遷移 $T 3 3$ と、遷移 $T 3 4$ とがある。

遷移 $T 3 1$ の遷移条件は、条件 $C [0 1 0]$ である。検出結果 r が条件 $C [0 1 0]$ に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 $T 3 1$ にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 $S 2$ に留まっている場合、検出結果 r は " 0 1 0 " であり、条件 $C [0 1 0]$ と合致する。したがって、車両 V が位置 $S 2$ に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 $S T S 2'$ に保持される。すなわち、状態 $S T S 2'$ は、車両 V が位置 $S 2$ に存在していることを示す。 10

【 0 0 5 4 】

遷移 $T 3 4$ の遷移条件は、条件 $C [0 0 0]$ である。検出結果 r が条件 $C [0 0 0]$ に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 $T 3 4$ にしたがって状態 $S T P 1$ に遷移する。ここで、車両 V が位置 $S 2$ から位置 $P 1$ に進行して、位置 $P 1$ に達した場合、検出器 $2 0 1$ 、検出器 $2 0 2$ 、及び検出器 $2 0 3$ は、いずれも " 車両なし " を出力する。この場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 $C [0 0 0]$ と合致する。したがって、車両 V が位置 $P 1$ に達した場合、車両 V の状態は、状態 $S T S 2'$ から状態 $S T P 1$ に遷移する。すなわち、状態 $S T P 1$ は、車両 V が位置 $P 1$ に存在していることを示す。 20

ここで、車両 V が位置 $S 2$ から位置 $P 1$ に進行することは、方向 $r v$ に進行することを示す。方向 $r v$ への進行は異常遷移であるから、状態 $S T S 2'$ から状態 $S T P 1$ への遷移は異常遷移である。

【 0 0 5 5 】

遷移 $T 3 2$ の遷移条件は、条件 $C [1 1 0]$ である。検出結果 r が条件 $C [1 1 0]$ に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 $T 3 2$ にしたがって状態 $S T S 1' S 2'$ に遷移する。車両 V の車両長が、検出器 $2 0 1$ から検出器 $2 0 2$ までの間隔より長い場合、つまり、車両 V の先頭が位置 $S 1$ にあり、車両 V の後尾が位置 $S 2$ にある場合には、車両 V の状態は、状態 $S T S 2'$ から状態 $S T S 1' S 2'$ に遷移する。

なお、この遷移 $T 3 2$ は、条件 C の成立過程が遷移 $T 0 4$ と同様であるので、詳細な説明を省略する。 30

ここで、車両 V が位置 $S 2$ から位置 $S 1$ に進行することは、方向 $r v$ に進行することを示す。方向 $r v$ への進行は異常遷移であるから、状態 $S T S 2'$ から状態 $S T S 1' S 2'$ への遷移は異常遷移である。

【 0 0 5 6 】

遷移 $T 3 3$ の遷移条件は、条件 $C [1 0 0]$ である。検出結果 r が条件 $C [1 0 0]$ に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 $T 3 3$ にしたがって状態 $S T S 1'$ に遷移する。ここで、車両 V が、比較的速い速度によって位置 $S 2$ から位置 $S 1$ に移動した場合、車両 V の状態は状態 $S T S 2'$ から状態 $S T S 1'$ へ遷移する。

なお、この遷移 $T 3 3$ は、条件 C の成立過程が遷移 $T 0 5$ と同様であるので、詳細な説明を省略する。 40

ここで、車両 V が位置 $S 2$ から位置 $S 1$ に進行することは、方向 $r v$ に進行することを示す。方向 $r v$ への進行は異常遷移であるから、状態 $S T S 2'$ から状態 $S T S 1'$ への遷移は異常遷移である。

【 0 0 5 7 】

[状態 $S T S 1' S 2'$ からの異常遷移]

状態 $S T S 1' S 2'$ は、車両 V の車両長が検出器 $2 0 1$ から検出器 $2 0 2$ までの間隔より長い場合に遷移する状態である。

状態 $S T S 1' S 2'$ からの他の状態への異常遷移は、遷移 $T 3 5$ と、遷移 $T 3 6$ とがある。

遷移 T 3 5 の遷移条件は、条件 C [1 1 0] である。検出結果 r が条件 C [1 1 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 3 5 にしたがって遷移する。ここで、車両 V の先頭が位置 S 1 に、車両 V の後尾が位置 S 2 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 ' S 2 ' に保持される。すなわち、状態 S T S 1 ' S 2 ' は、車両 V が位置 S 1 と、位置 P 1 と、位置 S 2 とに存在していることを示す。

【 0 0 5 8 】

遷移 T 3 6 の遷移条件は、条件 C [1 0 0] である。検出結果 r が条件 C [1 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 3 6 にしたがって状態 S T S 1 ' に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 1 に進行して、車両 V の後尾が位置 P 1 に達した場合、検出結果 r は " 1 0 0 " であり、条件 C [1 0 0] と合致する。したがって、車両 V が検出器 2 0 2 の検出領域である位置 S 2 より後方に逆行し、検出領域外に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 ' S 2 ' から状態 S T S 1 ' に遷移する。すなわち状態 S T S 1 ' は、車両 V が位置 S 1 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 S 2 から位置 S 1 に進行することは、方向 r v に進行することを示す。方向 r v への進行は異常遷移であるから、状態 S T S 1 ' S 2 ' から状態 S T S 1 ' への遷移は異常遷移である。

【 0 0 5 9 】

[状態 S T P 1 からの異常遷移]

状態 S T P 1 からの他の状態への異常遷移は、遷移 T 3 7 がある。

遷移 T 3 7 の遷移条件は、条件 C [1 0 0] である。検出結果 r が条件 C [1 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 3 7 にしたがって状態 S T S 1 ' に遷移する。ここで、車両 V が位置 P 1 から位置 S 1 に進行して、位置 S 1 に達した場合、検出結果 r は " 1 0 0 " であり、条件 C [1 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 1 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T P 1 から状態 S T S 1 ' に遷移する。すなわち、状態 S T S 1 ' は、車両 V が位置 S 1 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 P 1 から位置 S 1 に進行することは、方向 r v に進行することを示す。方向 r v への進行は異常遷移であるから、状態 S T P 1 から状態 S T S 1 ' への遷移は異常遷移である。

【 0 0 6 0 】

[状態 S T S 1 ' からの異常遷移]

状態 S T S 1 ' からの他の状態への異常遷移は、遷移 T 3 8 と、遷移 T 3 9 とがある。

遷移 T 3 8 の遷移条件は、条件 C [1 0 0] である。検出結果 r が条件 C [1 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 3 8 にしたがって遷移する。ここで、車両 V が位置 S 1 に留まっている場合、検出結果 r は " 1 0 0 " であり、条件 C [1 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 S 1 に留まっている場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 ' に保持される。すなわち、状態 S T S 1 ' は、車両 V が位置 S 1 に存在していることを示す。

【 0 0 6 1 】

遷移 T 3 9 の遷移条件は、条件 C [0 0 0] である。検出結果 r が条件 C [0 0 0] に合致した場合に、車両 V の状態は、遷移 T 3 9 にしたがって状態 S T P 0 に遷移する。ここで、車両 V が位置 S 1 から位置 P 0 に進行して、位置 P 0 に達した場合、検出結果 r は " 0 0 0 " であり、条件 C [0 0 0] と合致する。したがって、車両 V が位置 P 0 に達した場合、車両 V の状態は、状態 S T S 1 ' から状態 S T P 0 に遷移する。すなわち、状態 S T P 0 は、車両 V が位置 P 0 に存在していることを示す。

ここで、車両 V が位置 S 1 から位置 P 0 に進行することは、方向 r v に進行することを示す。方向 r v への進行は異常遷移であるから、状態 S T S 1 ' から状態 S T P 0 への遷移は異常遷移である。

【 0 0 6 2 】

ここまで、遷移情報 I n f o 1 の正常遷移及び異常遷移について、状態毎に説明した。

次に、車両通過判定装置 1 0 が、車両 V の状態の遷移を、正常遷移と、異常遷移とに判

10

20

30

40

50

定する具体例について説明する。

【 0 0 6 3 】

[車両 V が順方向に進行した場合]

はじめに、車両 V が順方向に進行した場合について説明する。この一例においては、車両 V が、位置 P 0、位置 S 1、位置 P 1、位置 S 2、位置 P 2、位置 S 3、位置 P 3 と、順方向に進行した場合について説明する。この場合、車両 V の状態は、状態 S T P 0、状態 S T S 1、状態 S T P 1、状態 S T S 2、状態 S T P 2、状態 S T S 3、状態 S T P 3 の順に遷移する。この場合、すべての遷移が正常遷移である。この場合、車両通過判定装置 1 0 は、これらすべての遷移を、正常遷移であると判定する。

【 0 0 6 4 】

[車両 V が逆走した場合]

次に、車両 V が逆走した場合について説明する。この一例においては、車両 V が、方向 d r へ、位置 P 0、位置 S 1、位置 P 1 まで進行したのち、方向 r v へ、位置 S 1、位置 P 0 と、逆走した場合について説明する。この一例は、車両 V が料金所の車両通過レーン L T に進入したものの、例えば、先行車が停車したために、車両通過レーン L T の外に移動しようとして、車両 V が後退した場合を示す。この場合、車両 V の状態は、状態 S T P 0、状態 S T S 1、状態 S T P 1、状態 S T S 1'、状態 S T P 0 の順に遷移する。この場合、車両 V の状態の遷移のうち、状態 S T P 0 から状態 S T S 1、及び状態 S T S 1 から状態 S T P 1 への遷移は、それぞれ正常遷移である。この場合、車両通過判定装置 1 0 は、これらの遷移を、正常遷移であると判定する。また、車両 V の状態の遷移のうち、状態 S T P 1 から状態 S T S 1'、及び状態 S T S 1' から状態 S T P 0 への遷移は、それぞれ異常遷移である。この場合、車両通過判定装置 1 0 は、これらの遷移を、異常遷移であると判定する。

【 0 0 6 5 】

ここで、この遷移情報 I n f o 1 は、車両 V が存在する位置が同一であっても、正常遷移の状態と、異常遷移の状態とに分けて、状態が規定されている。したがって、車両通過判定装置 1 0 は、車両 V が位置 S 1 に存在する場合でも、状態 S T S 1 と、状態 S T S 1' とに分けて、正常遷移と、異常遷移とを判定する。すなわち、車両通過判定装置 1 0 は、車両 V の進行方向に基づいて車両 V の状態の遷移を、正常遷移と、異常遷移とに判定する。

【 0 0 6 6 】

以下、図 1 に戻り本実施形態の車両検知システム 1 の構成の概要を説明する。

ここで、車両通過判定装置 1 0 が遷移情報 I n f o 1 と、検出結果 r とに基づいて正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定した結果を、判定結果 j と称する。

表示装置 3 0 は、車両通過判定装置 1 0 が判定した、判定結果 j を表示する。表示装置 3 0 は、ディスプレイを備えており、車両通過判定装置 1 0 が判定した判定結果 j を画面によって表示する。この一例の場合、例えば、料金所詰所内にいる料金収受員は、表示装置 3 0 により表示された判定結果 j に基づいて、異常遷移となる方向 r v へ進行している車両 V の有無を認識する。

【 0 0 6 7 】

なお、ここでは表示装置 3 0 がディスプレイである場合を一例として説明したが、これに限られない。表示装置 3 0 は、車両通過判定装置 1 0 が判定した結果を画像や音声など、人が認識できる方式で示すことができればよい。

また、ここでは表示装置 3 0 が情報を提示する対象が、料金収受員である場合を一例として説明したが、これに限られない。

【 0 0 6 8 】

また、車両位置検出装置 2 0 と、車両通過判定装置 1 0 とは、通信線 L 1 と、通信線 L 2 と、ネットワーク N によって接続されている。車両位置検出装置 2 0 と、車両通過判定装置 1 0 とは、専用ケーブルである通信線 L 1 と、通信線 L 2 とによって互いが接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

なお、ここでは車両通過判定装置 1 0 と、車両位置検出装置 2 0 とが、専用ケーブルで接続されている場合を一例として説明したが、これに限られない。車両通過判定装置 1 0 と、車両位置検出装置 2 0 とは、互いに情報の送受が可能な手段を備えていればよい。

【 0 0 7 0 】

次に、車両検知システム 1 の構成の詳細について、図 3 を参照して説明する。

図 3 は、車両検知システム 1 の構成の一例を示す概要図である。

【 0 0 7 1 】

車両位置検出装置 2 0 は、検出器 2 0 1 と、検出器 2 0 2 と、検出器 2 0 3 によって車両 V の有無を検出し、検出結果 r を車両通過判定装置 1 0 へ出力する。

10

【 0 0 7 2 】

車両通過判定装置 1 0 について説明する。車両通過判定装置 1 0 は、CPU (Central Processing Unit) 1 1 0 と、記憶部 1 2 0 とを備える。

CPU 1 1 0 は、その機能部としての取得部 1 1 1 と、判定部 1 1 2 と、出力部 1 1 3 とを備える。

【 0 0 7 3 】

取得部 1 1 1 は、車両位置検出装置 2 0 と接続されている。取得部 1 1 1 は、車両位置検出装置 2 0 が送信した検出結果 r を取得する。取得部 1 1 1 は、取得した検出結果 r を、判定部 1 1 2 へ供給する。

【 0 0 7 4 】

記憶部 1 2 0 には、遷移情報 Info 1 が予め記憶されている。

なお、ここでは、記憶部 1 2 0 が車両通過判定装置 1 0 の内部に設置されている場合を一例として説明しているが、これに限られない。例えば、記憶部 1 2 0 は、車両通過判定装置 1 0 の外部に設置されていてもよい。

20

【 0 0 7 5 】

判定部 1 1 2 は、検出結果 r を取得部 1 1 1 から取得する。判定部 1 1 2 は、記憶部 1 2 0 から遷移情報 Info 1 を読み出す。判定部 1 1 2 は、取得した検出結果 r と、読み出した遷移情報 Info 1 とに基づいて車両 V の通過の判定をする。具体的には、判定部 1 1 2 は、検出結果 r と、遷移情報 Info 1 とに基づいて、車両 V の状態の遷移が正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定する。判定部 1 1 2 は、判定した判定結果 j を出力部 1 1 3 へ供給する。

30

【 0 0 7 6 】

出力部 1 1 3 は、表示装置 3 0 と接続されている。出力部 1 1 3 は、判定部 1 1 2 から供給された判定結果 j を表示装置 3 0 へ供給する。

【 0 0 7 7 】

表示装置 3 0 は、車両通過判定装置 1 0 の出力部 1 1 3 から供給された判定結果 j に基づいて、予め設定された表示をする。予め設定された表示とは、例えば、正常遷移であれば「OK」の文字を、異常遷移であれば「NG」の文字をディスプレイに表示することをいう。

【 0 0 7 8 】

なお、ここでは表示装置 3 0 が「OK」の文字又は「NG」の文字を表示する場合を一例として説明したが、これに限られない。表示装置 3 0 が情報を提示する対象が、正常遷移と、異常遷移とを判別することが可能であればよい。

40

【 0 0 7 9 】

次に、車両通過判定装置 1 0 の車両通過判定プログラム Prg 1 0 に基づく動作について図 4 を参照して説明する。ここでは、車両通過判定装置 1 0 が、車両 V の状態の遷移を正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定する場合を一例として説明する。

【 0 0 8 0 】

図 4 は、車両通過判定装置 1 0 の動作の一例を示す流れ図である。車両通過判定装置 1 0 は、車両通過判定プログラム Prg 1 0 に基づいて、図 4 に示すステップ S 1 1 0 から

50

、ステップS170までを実行する。ここで、車両通過判定プログラムPr g 1 0とは、車両通過判定装置10が、車両Vの状態の遷移が正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定するための制御プログラムである。

【0081】

取得部111は、車両位置検出装置20から検出結果rを取得する(ステップS110)。判定部112は、記憶部120から遷移情報I n f o 1を読み出す(ステップS120)。判定部112は、記憶部120から読み出した遷移情報I n f o 1と、取得部111から取得した検出結果rとに基づいて、遷移情報I n f o 1の車両Vの状態を更新する(ステップS130)。判定部112は、更新した車両Vの状態への遷移が、正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定する(ステップS140)。車両通過判定装置10は、判定結果jが正常遷移の場合、出力部113から正常遷移の判定結果jを出力する(ステップS150)。車両通過判定装置10は、判定結果jが異常遷移の場合、出力部113から異常遷移の判定結果jを出力する(ステップS160)。判定部112は、更新された遷移情報I n f o 1を記憶部120へ書き込む(ステップS170)。

【0082】

以上説明したように、本実施形態の車両検知システム1は、車両通過判定装置10と、車両位置検出装置20と、表示装置30とを備える。

車両通過判定装置10は、取得部111と、判定部112と、出力部113と、記憶部120とを備える。取得部111は、車両の通過方向に複数並べられた車両位置検出装置20がそれぞれ出力する車両の有無を示す検出結果rを取得する。記憶部120には、予め遷移情報I n f o 1が記憶されている。遷移情報I n f o 1は、車両位置検出装置20が並べられている順序に基づく情報であって、検出結果rの組み合わせの遷移が、正常であるか異常であるかを示す情報である。判定部112は、取得部111が取得した検出結果rと、記憶部120に記憶されている遷移情報I n f o 1とに基づいて、検出結果rの組み合わせが正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定する。出力部113は、判定部112による判定結果jを出力する。表示装置30は、出力部113が出力する判定結果jを示す。

また、車両通過判定装置10は、検出結果rと、遷移情報I n f o 1とに基づいて車両の状態の遷移を正常遷移と、異常遷移とに判定する。本実施形態の場合、遷移情報I n f o 1とは、図2に示す有限オートマトンである。図2に示す有限オートマトンは車両Vが同一の位置に存在していても、正常遷移と、異常遷移との場合で状態を区別する。すなわち、遷移、車両Vが存在する位置が同一であっても、状態を正常遷移と、異常遷移とによって状態を分けることにより、正常遷移と、異常遷移とを明確に判定する。

これにより、車両通過判定装置10は、異常状態を判定するための設計作業及び設計の検証作業が煩雑になる程度を低減することができる。

【0083】

また、本実施形態の車両検知システム1が備える表示装置30は、出力部113が出力する判定結果jを示す。

この表示装置30は、ディスプレイを備えており、車両通過判定装置10が判定した判定結果jを画面によって表示する。

これにより、料金所詰所内にいる料金収受員は、表示装置30により表示された判定結果jに基づいて、異常遷移となる方向r vへ進行している車両Vの有無を認識することができる。

【0084】

[第2の実施形態]

以下、図5を参照して第2の実施形態の概要について説明する。

図5は、本実施形態の車両検知システム1の構成の概要を示す模式図である。ここでは、車両検知システム1が設置されている場所が、料金所のゲートである場合を一例にして説明する。第1の実施形態と、第2の実施形態とでは、車両通過判定装置10が備える記憶部120に、予め記憶される遷移情報I n f o 1が異なる。具体的には、第1の実施形

態においては、遷移情報 $I n f o 1$ が有限オートマトンによって示される情報であるのに対し、第2の実施形態においては、遷移情報 $I n f o 1$ がペトリネットによって示される情報である点異なる。ペトリネットは、プレース、トランジション、アーク、トークンの4つの要素を含んでおり、プレースにおけるトークンの有無によって対象のシステムの状態の移り変わりを表す。以下、本実施形態の遷移情報 $I n f o 1$ を説明するにあたって、まず、本実施形態の構成の概要を説明し、次に遷移情報 $I n f o 1$ であるペトリネットの詳細について説明する。

【0085】

本実施形態では、車両位置検出装置20が、5つの検出器を備える場合を一例にして説明する。検出器211と、検出器212と、検出器213と、検出器214と、検出器215とは、料金所の車両通過レーンLTを通過する車両Vの通過方向に互いに所定の間隔をあけて、設置される。以下、これら5つの検出器を区別する場合には、検出器211、検出器212、検出器213、検出器214、及び検出器215と称し、5つの検出器を区別しない場合には、これらを総称して検出器210と称する。

【0086】

次に、本実施形態における車両位置検出装置20の検出領域について説明する。本実施形態では、検出される対象である車両を、車両Vと称する。また、車両Vが料金所を通過する方向を方向drと称し、方向drと逆の方向を方向rvと称する。また、方向drを、前方とも称する。方向rvを、後方とも称する。

【0087】

検出器210は、車両の有無を検出した結果を、他の機器に出力する。以下の説明において、検出器211が車両の有無を検出した結果を、検出結果r11と称する。検出器212が車両の有無を検出した結果を、検出結果r12と称する。検出器213が車両の有無を検出した結果を、検出結果r13と称する。検出器214が車両の有無を検出した結果を、検出結果r14と称する。検出器215が車両の有無を検出した結果を、検出結果r15と称する。以下、検出結果r11と、検出結果r12と、検出結果r13と、検出結果r14と、検出結果r15とを区別しない場合には、これらを総称して検出結果r10と称する。以下、検出器210の検出結果r10が"車両あり"を示す場合には、検出結果r10の値が"1"であるとして説明する。また、検出器210の検出結果r10が"車両なし"を示す場合には、検出結果r10の値が"0"であるとして説明する。車両位置検出装置20は、検出器210が検出した車両の有無を示す検出結果r10を、車両通過判定装置10に出力する。

【0088】

この検出領域には、検出器210が車両Vの有無を検出可能な位置と、検出器210が車両Vの有無を検出不可能な位置とが含まれる。検出器210が車両Vの有無を検出可能な位置には、位置S11と、位置S12と、位置S13と、位置S14と、位置S15が含まれる。位置S11とは、検出器211が検出可能な位置である。位置S12とは、検出器212が検出可能な位置である。位置S13とは、検出器213が検出可能な位置である。位置S14とは、検出器214が検出可能な位置である。位置S15とは、検出器215が検出可能な位置である。すなわち、検出器211は、位置S11に車両Vが存在するか否かを検出する。検出器212は、位置S12に車両Vが存在するか否かを検出する。検出器213は、位置S13に車両Vが存在するか否かを検出する。検出器214は、位置S14に車両Vが存在するか否かを検出する。検出器215は、位置S15に車両Vが存在するか否かを検出する。ここで、位置S11を、検出器211の検出領域とも称する。位置S12を、検出器212の検出領域とも称する。位置S13を、検出器213の検出領域とも称する。位置S14を、検出器214の検出領域とも称する。位置S15を、検出器215の検出領域とも称する。

【0089】

検出器210が車両の有無を検出不可能な位置には、位置S11よりも後方の位置P10と、位置S12と位置S13との間の位置P11とが含まれる。また、検出器210が

車両の有無を検出可能な位置には、位置 S 1 3 と位置 S 1 4 との間の位置 P 1 2 と、位置 S 1 5 よりも前方の位置 P 1 3 とが含まれる。本実施形態では、車両 V が料金所に到達してから、料金所を通過するまでの車両 V の位置は、これら 7 つの位置によって示される。

ここでは、検出器 2 1 1 と、検出器 2 1 2 とは近接して設置されており、検出器 2 1 1 と、検出器 2 1 2 との間隔が車両長 x より短い場合について説明する。すなわち、検出器 2 1 1 と、検出器 2 1 2 との間には、検出器 2 1 0 が車両 V を検出しない領域は存在しない。また、検出器 2 1 4 と、検出器 2 1 5 とは近接して設置されており、検出器 2 1 4 と、検出器 2 1 5 との間隔が車両長 x より短い場合について説明する。すなわち、検出器 2 1 4 と、検出器 2 1 5 の間には、検出器 2 1 0 が車両 V を検出しない領域は存在しない。 10

ここで、検出器 2 1 2 から検出器 2 1 3 までの距離を距離 d_1 と称する。検出器 2 1 1 から検出器 2 1 3 までの距離を距離 d_2 と称する。検出器 2 1 3 から検出器 2 1 4 までの距離を距離 d_3 と称する。検出器 2 1 3 から検出器 2 1 5 までの距離を距離 d_4 と称する。また、車両 V の車両の長さを車両長 x と称する。

この一例では、各距離と、車両長 x との関係は、式 (1) と、式 (2) と、式 (3) とによって示される。

【 0 0 9 0 】

【数 1】

$$0 < d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_1 + d_3$$

【 0 0 9 1 】

【数 2】

$$d_2 - d_1 = d_4 - d_3$$

【 0 0 9 2 】

【数 3】

$$d_2 - d_1 < x < d_1 + d_3$$

【 0 0 9 3 】

以下、車両 V の位置について、図 5 を参照して、より具体的に説明する。

まず、図 5 に示すように、車両 V が、方向 d_r に向かって料金所を通過する場合について説明する。この場合、車両 V は、位置 P 1 0、位置 S 1 1、位置 S 1 2、位置 P 1 1、位置 S 1 3、位置 P 1 2、位置 S 1 4、位置 S 1 5、位置 P 1 3 の順に通過する。以下の説明において、車両 V が方向 d_r に向かって進行する場合を、順方向の進行と称する。 40

次に、車両 V が、方向 r_v に向かって料金所を通過する場合について説明する。この場合、車両 V が位置 P 1 3 から料金所に進入したとすると、車両 V は、位置 P 1 3、位置 S 1 5、位置 S 1 4、位置 P 1 2、位置 S 1 3、位置 P 1 1、位置 S 1 2、位置 S 1 1、位置 P 1 0 の順に通過する。以下の説明において、車両 V が方向 r_v に向かって進行する場合を、逆方向の進行、又は逆走と称する。なお、車両 V がいずれの位置から進行を開始したかを問わず、車両 V が方向 r_v に向かって進行すれば、逆走である。例えば、車両 V が位置 P 1 1 から位置 S 1 2 に向かって進行した場合には、逆走である。

【 0 0 9 4 】

本実施形態では、車両通過判定装置 1 0 は、検出器 2 1 0 の検出結果 $r_1 0$ と遷移情報 $I n f o 1$ とに基づいて車両 V の通過の判定を行う。以下、図 6 を参照して、本実施形態 50

の遷移情報 $Info1$ の具体例について説明する。

【0095】

図6は、本実施形態における遷移情報 $Info1$ の一例を示す状態遷移図である。上述の実施形態における状態遷移図は、有限オートマトンであるが、本実施形態における状態遷移図は、ペトリネットである。すなわち、本実施形態において遷移情報 $Info1$ は、ペトリネットによって示される情報である。

本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報 $Info1$ において、プレースPCは、車両Vの状態を示す要素である。トランジション t_s は、検出器210の検出結果 $r10$ に基づいて車両V状態の遷移の可否の条件を示す要素である。アーク a は、プレースPCと、トランジション t_s とを接続する要素であり、トークン tk が遷移する遷移先を示す。トークン tk は、車両通過レーンLTに存在する車両Vを示す要素である。本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報 $Info1$ は、車両Vを示すトークン tk が、車両Vの状態を示すプレースPCをトランジション t_s に基づいて移動することにより、車両通過レーンLT上に存在する車両Vの状態の変化を示す。

ここで、トランジション t_s として示される検出結果 $r10$ に基づいて設定される車両V状態の遷移の可否の条件のことを、発火条件とも称する。また、車両Vが車両通過レーンLTを移動することにより、トランジション t_s の発火条件と合致して、トークン tk が次のプレースPCへ遷移することを、発火とも称する。次に、プレースPCの詳細な具体例について説明する。

【0096】

本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報 $Info1$ には、15個のプレースPCが含まれる。以下、プレースPCの具体例について説明する。

プレースPC $P10$ は、位置 $P10$ に存在していることを示す。プレースPC $S11$ は、位置 $S11$ に存在していることを示す。プレースPC $S12$ は、位置 $S12$ に車両Vが存在していることを示す。プレースPC $P11$ は、位置 $P11$ に車両Vが存在していることを示す。プレースPC $S13$ は、位置 $S13$ に車両Vが存在していることを示す。プレースPC $P12$ は、位置 $P12$ に車両Vが存在していることを示す。プレースPC $S14$ は、位置 $S14$ に車両Vが存在していることを示す。プレースPC $S15$ は、位置 $S15$ に車両Vが存在していることを示す。

また、プレースPC $S11S12$ は、検出器211と、検出器212とに車両Vが検出され、二つの検出器の位置に跨って車両Vが存在していることを示す。プレースPC $S14S15$ は、検出器214と、検出器215とに車両Vが検出され、二つの検出器の位置に跨って車両Vが存在していることを示す。

【0097】

また、車両Vの車両長 x が距離 $d2$ より長い場合、検出器211と、検出器212と、検出器213とが車両Vを検出することがある。プレースPC $S11S12S13$ は、車両長 x が距離 $d2$ より長く、検出器211、検出器212、及び検出器213が車両Vを検出する位置に車両Vが存在していることを示す。また、車両Vの車両長 x が距離 $d1$ より長い場合、検出器212と、検出器213とが車両Vを検出することがある。プレースPC $S12S13$ は、車両長 x が距離 $d1$ より長く、検出器212及び検出器213が車両Vを検出する位置に車両Vが存在していることを示す。また、車両Vの車両長 x が距離 $d3$ より長い場合、検出器213と、検出器214とが車両Vを検出することがある。プレースPC $S13S14$ は、車両長 x が距離 $d3$ より長く、検出器213、及び検出器214が車両Vを検出する位置に車両Vが存在していることを示す。また、車両Vの車両長 x が距離 $d4$ より長い場合、検出器213と、検出器214と、検出器215とが車両Vを検出することがある。プレースPC $S13S14S15$ は、車両長 x が距離 $d4$ より長く、検出器213、検出器214、検出器215が車両Vを検出する位置に車両Vが存在していることを示す。

【0098】

次に、トランジション t_s の概要について説明する。

10

20

30

40

50

本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報 $Info1$ には、22個のトランジション t_s が含まれる。トランジション t_s は、発火前のプレース PC にトークン t_k が予め設定された数存在しており、かつトランジション t_s に示す発火条件が成立した場合に発火する。これにより、トークン t_k は発火後のプレース PC へ遷移する。以下、トランジション t_s に対して発火前にトークン t_k が位置するプレース PC を遷移前のプレース PC とも称する。また、トランジション t_s に対して発火後にトークン t_k が位置するプレース PC を遷移先のプレース PC とも称する。

ここでは、本実施形態の遷移情報 $Info1$ が有限容量ペトリネットによって示される場合を一例にして説明する。有限容量ペトリネットでは、各プレース PC に存在できるトークン t_k の数を制限したい場合、各プレース PC に存在できるトークン t_k の容量を予め定義される。ここで、各プレース PC に存在できるトークン t_k の容量を容量関数 K と称する。各プレース PC には複数のトークン t_k が存在する場合もあるが、この一例では、容量関数 K が、すべてのプレース PC で1である場合について説明する。次に、トランジション t_s の詳細な具体例について説明する。

【0099】

トランジション t_s1 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCP10$ である場合に、検出結果 $r11$ が "0" から "1" へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s1 が発火する。トランジションの t_s1 が発火することにより、トークン t_k は、アーク $a1$ と、トランジション t_s1 と、アーク $a2$ を介してプレース $PCS11$ に遷移する。

トランジション t_s2 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS11$ である場合に、検出結果 $r11$ が "1" であり、かつ検出結果 $r12$ が "0" から "1" へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s2 が発火する。トランジション t_s2 が発火することにより、トークン t_k は、アーク $a3$ と、トランジション t_s2 と、アーク $a4$ とを介してプレース $PCS11S12$ に遷移する。

トランジション t_s3 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS11S12$ である場合に、検出結果 $r11$ が "1" であり、かつ検出結果 $r12$ が "1" であり、かつ検出結果 $r13$ が "0" から "1" へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s3 が発火する。トランジション t_s3 が発火することにより、トークン t_k は、プレース $PCS11S12$ から、アーク $a5$ と、トランジション t_s3 と、アーク $a6$ とを介してプレース $PCS11S12S13$ へ遷移する。

トランジション t_s4 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS11S12$ である場合に、検出結果 $r11$ が "1" から "0" へ変化すること、かつ検出結果 $r12$ が "1" であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s4 が発火する。トランジション t_s4 が発火することにより、トークン t_k は、アーク $a7$ と、トランジション t_s4 と、アーク $a8$ とを介してプレース $PCS12$ へ遷移する。

【0100】

トランジション t_s5 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS11S12S13$ である場合に、検出結果 $r11$ が "1" から "0" へ変化すること、かつ検出結果 $r12$ が "1" であり、かつ検出結果 $r13$ が "1" であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s5 が発火する。トランジション t_s5 が発火することにより、トークン t_k は、アーク $a9$ と、トランジション t_s5 と、アーク $a10$ とを介してプレース $PCS12S13$ へ遷移する。

トランジション t_s6 は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS11S12$ である場合に、検出結果 $r11$ が "1" から "0" へ変化すること、かつ検出結果 $r12$ が "1" であり、検出結果 $r13$ が "0" から "1" へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_s6 が発火する。ト

10

20

30

40

50

ランジション t s 6 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 1 1 と、ランジション t s 6 と、アーク a 1 2 とを介してプレース P C S 1 2 S 1 3 へ遷移する。

ランジション t s 7 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 2 である場合に、検出結果 r 1 2 が " 1 " であり、かつ検出結果 r 1 3 が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 7 が発火する。ランジション t s 7 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 1 3 と、ランジション t s 7 と、アーク a 1 4 とを介してプレース P C S 1 2 S 1 3 へ遷移する。

ランジション t s 8 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 2 である場合に、検出結果 r 1 2 が " 1 " から " 0 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 8 が発火する。ランジション t s 8 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 1 5 と、ランジション t s 8 と、アーク a 1 6 とを介してプレース P C P 1 1 へ遷移する。

【 0 1 0 1 】

ランジション t s 9 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 2 S 1 3 である場合に、検出結果 r 1 2 が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r 1 3 が " 1 " であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 9 が発火する。ランジション t s 9 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 1 7 と、ランジション t s 9 と、アーク a 1 8 とを介してプレース P C S 1 3 へ遷移する。

ランジション t s 1 0 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 2 である場合に、検出結果 r 1 2 が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r 1 3 が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 1 0 が発火する。ランジション t s 1 0 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 1 9 と、ランジション t s 1 0 と、アーク a 2 0 とを介してプレース P C S 1 3 へ遷移する。

ランジション t s 1 1 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C P 1 1 である場合に、検出結果 r 1 3 が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 1 1 が発火する。ランジション t s 1 1 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 2 1 と、ランジション t s 1 1 と、アーク a 2 2 とを介してプレース P C S 1 3 へ遷移する。

ランジション t s 1 2 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 3 である場合に、検出結果 r 1 3 が " 1 " であること、かつ検出結果 r 1 4 が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 1 2 が発火する。ランジション t s 1 2 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 2 3 と、ランジション t s 1 2 と、アーク a 2 4 とを介してプレース P C S 1 3 S 1 4 へ遷移する。

【 0 1 0 2 】

ランジション t s 1 3 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 3 である場合に、検出結果 r 1 3 が " 1 " から " 0 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 1 3 が発火する。ランジション t s 1 3 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 2 5 と、ランジション t s 1 3 と、アーク a 2 6 とを介してプレース P C P 1 2 へ遷移する。

ランジション t s 1 4 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 3 S 1 4 である場合に、検出結果 r 1 3 が " 1 " であり、かつ検出結果 r 1 4 が " 1 " であり、かつ検出結果 r 1 5 が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、ランジション t s 1 4 が発火する。ランジション t s 1 4 が発火することにより、トークン t k は、アーク a 2 7 と、ランジション t s 1 4 と、アーク a 2 8 とを介してプレース P C S 1 3 S 1 4 S 1 5 へ遷移する。

ランジション t s 1 5 は、発火前のトークン t k の位置がプレース P C S 1 3 S 1 4

10

20

30

40

50

である場合に、検出結果 r_{13} が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r_{14} が " 1 " であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s15} が発火する。トランジション t_{s15} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{29} と、トランジション t_{s15} と、アーク a_{30} とを介してプレース PCS_{14} へ遷移する。

トランジション t_{s16} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース PCS_{13} である場合に、検出結果 r_{13} が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r_{14} が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s16} が発火する。このトランジション t_{s16} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{31} と、トランジション t_{s16} と、アーク a_{32} とを介してプレース PCS_{14} へ遷移する。

10

【 0 1 0 3 】

トランジション t_{s17} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース PCP_{12} である場合に、検出結果 r_{14} が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s17} が発火する。トランジション t_{s17} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{33} と、トランジション t_{s17} と、アーク a_{34} とを介してプレース PCS_{14} へ遷移する。

トランジション t_{s18} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS_{13S_{14S_{15}}}$ である場合に、検出結果 r_{13} が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r_{14} が " 1 " であることを、かつ検出結果 r_{15} が " 1 " であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s18} が発火する。トランジション t_{s18} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{35} と、トランジション t_{s18} と、アーク a_{36} とを介してプレース $PCS_{14S_{15}}$ へ遷移する。

20

トランジション t_{s19} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS_{13S_{14}}$ である場合に、検出結果 r_{13} が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r_{14} が " 1 " であることを、かつ検出結果 r_{15} が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s19} が発火する。トランジション t_{s19} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{37} と、トランジション t_{s19} と、アーク a_{38} とを介してプレース $PCS_{14S_{15}}$ へ遷移する。

30

トランジション t_{s20} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース PCS_{14} である場合に、検出結果 r_{14} が " 1 " であり、かつ検出結果 r_{15} が " 0 " から " 1 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s20} が発火する。トランジション t_{s20} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{39} と、トランジション t_{s20} と、アーク a_{40} とを介してプレース $PCS_{14S_{15}}$ へ遷移する。

【 0 1 0 4 】

トランジション t_{s21} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース $PCS_{14S_{15}}$ である場合に、検出結果 r_{14} が " 1 " から " 0 " へ変化すること、かつ検出結果 r_{15} が " 1 " であることを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s21} が発火する。トランジション t_{s21} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{41} と、トランジション t_{s21} と、アーク a_{42} とを介してプレース PCS_{15} へ遷移する。

40

トランジション t_{s22} は、発火前のトークン t_k の位置がプレース PCS_{15} である場合に、検出結果 r_{15} が " 1 " から " 0 " へ変化することを発火条件とする。車両 V の移動に伴い、この発火条件が成立した場合、トランジション t_{s22} が発火する。トランジション t_{s22} が発火することにより、トークン t_k は、アーク a_{43} と、トランジション t_{s22} と、アーク a_{44} とを介してプレース PCP_{13} へ遷移する。

【 0 1 0 5 】

ここまで、トランジション t_s の発火条件が成立した場合、トランジション t_s が発火

50

することにより、トークン t_k が遷移先のプレース PC へ遷移する場合について説明した。このトランジション t_s の発火は、上述した発火条件の他に、抑止アーク na と、プレース時間とによって条件づけられる。以下、まずは抑止アーク na について説明し、次にプレース時間について説明する。

【0106】

まず、抑止アーク na について説明する。本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報 $Info1$ には、プレース PC と、トランジション t_s とを接続するアーク a の他に、抑止アーク na が存在する。この抑止アーク na によってトランジション t_s に接続されるプレース PC にトークン t_k が存在している場合、トランジション t_s の発火を抑止する。ここで、抑止アーク na によって接続されるプレースを抑止プレース PCD と称する。

10

抑止アーク na によってトランジション t_s に接続される抑止プレース PCD は、アーク a によってトランジション t_s に接続されるプレース PC の状態を示す。すなわち、アーク a によってトランジション t_s に接続されるプレース PC にトークン t_k が存在する場合、抑止アーク na によって接続される抑止プレース PCD にもトークン t_k が存在する。また、アーク a によってトランジション t_s に接続されるプレース PC にトークン t_k が存在しない場合、抑止アーク na によって接続される抑止プレース PCD にもトークン t_k が存在しない。

【0107】

ここで、トランジション t_s20 に接続される抑止プレース $PCD13$ を例にして説明する。トランジション t_s20 には、抑止プレース $PCD13$ が接続される。この抑止プレース $PCD13$ には、プレース $PCS15$ が含まれる。この抑止プレース $PCD13$ に含まれるプレース $PCS15$ は、プレース $PCS15$ の状態を示す。すなわち、プレース $PCS15$ にトークン t_k が存在する場合、抑止プレース $PCD13$ に含まれるプレース $PCS15$ にもトークン t_k が存在する。この抑止プレース $PCD13$ に含まれるプレース $PCS15$ にトークン t_k が存在する場合には、トランジション t_s20 は、発火が抑止される。また、プレース $PCS15$ にトークン t_k が存在しない場合、抑止プレース $PCD13$ に含まれるプレース $PCS15$ にもトークン t_k が存在しない。この抑止プレース $PCD13$ に含まれるプレース $PCS15$ にトークン t_k が存在しない場合には、トランジション t_s20 は、発火が抑止されない。

20

30

ここで、抑止アーク na によって接続される抑止プレース PCD に、複数のプレース PC が含まれる場合がある。この場合、抑止プレース PCD に含まれる複数のプレース PC の内、1つでもトークン t_k が存在している間、トランジション t_s は発火が抑止される。また、抑止プレース PCD に複数のプレース PC が含まれる場合には、抑止プレース PCD に含まれるプレース PC を総称して抑止プレース PCD と称する。

以下、抑止プレース PCD の具体例について説明する。

【0108】

抑止プレース $PCD1$ は、トランジション t_s1 に接続される。この抑止プレース $PCD1$ には、プレース $PCS11S12$ と、プレース $PCS11S12S13$ とが含まれる。抑止プレース $PCD2$ は、トランジション t_s2 に接続される。この抑止プレース $PCD2$ には、プレース $PCS12$ と、プレース $PCS12S13$ とが含まれる。抑止プレース $PCD3$ は、トランジション t_s3 に接続される。この抑止プレース $PCD3$ には、プレース $PCP11$ と、プレース $PCS13$ と、プレース $PCS13S14$ と、プレース $PCS13S14S15$ とが含まれる。抑止プレース $PCD4$ は、トランジション t_s6 に接続される。この抑止プレース $PCD4$ には、プレース $PCP11$ と、プレース $PCS13$ と、プレース $PCS13S14$ と、プレース $PCS13S14S15$ とが含まれる。抑止プレース $PCD5$ は、トランジション t_s7 に接続される。この抑止プレース $PCD5$ には、プレース $PCP11$ と、プレース $PCS13$ と、プレース $PCS13S14$ と、プレース $PCS13S14S15$ とが含まれる。

40

【0109】

50

抑止ブレースPCD6は、トランジションts10に接続される。この抑止ブレースPCD6には、ブレースPCP11と、ブレースPCS13S14と、ブレースPCS13S14S15とが含まれる。抑止ブレースPCD7は、トランジションts11に接続される。この抑止ブレースPCD7には、ブレースPCS13S14と、ブレースPCS13S14S15とが含まれる。抑止ブレースPCD8は、トランジションts12に接続される。この抑止ブレースPCD8には、ブレースPCP12と、ブレースPCS14と、ブレースPCS14S15とが含まれる。抑止ブレースPCD9は、トランジションts14に接続される。この抑止ブレースPCD9には、ブレースPCS15が含まれる。抑止ブレースPCD10は、トランジションts16に接続される。この抑止ブレースPCD10には、ブレースPCP12と、ブレースPCS14S15とが含まれる。抑止ブレースPCD11は、トランジションts17に接続される。この抑止ブレースPCD11には、ブレースPCS14S15が含まれる。抑止ブレースPCD12は、トランジションts19に接続される。この抑止ブレースPCD12には、ブレースPCS15が含まれる。抑止ブレースPCD13は、トランジションts20に接続される。この抑止ブレースPCD13には、ブレースPCS15が含まれる。

【0110】

次に、ブレース時間について説明する。ここで、ブレース時間とは、トークンtkがブレースPCに遷移してから、そのブレースPCに存在する時間を示す。トランジションtsは、ブレース時間の中でも、トランジションtsの遷移前のブレースPCにおけるトークンtkの存在時間に基づいて、発火を抑止する。このトランジションtsの遷移前のブレースPCにおけるトークンtkの存在時間をブレース滞在時間と称する。

このブレース滞在時間に基づいて発火を抑止する条件は、下限と、上限との2つ設定される。この下限における条件を最小ブレース時間minと称する。また、上限における条件を最大ブレース時間maxと称する。

具体的には、トランジションtsに最小ブレース時間minが設定される場合、ブレース滞在時間が、最小ブレース時間minに達するまでトランジションtsは発火しない。また、トランジションtsに最大ブレース時間maxが設定される場合、ブレース滞在時間が、最大ブレース時間maxよりも経過するとトランジションtsは発火しない。

【0111】

この一例の場合、本実施形態のペトリネットによって示される遷移情報Info1に含まれるすべてのトランジションtsには、最大ブレース時間maxが設定される。この最大ブレース時間maxは、すべて異常状態判定時間Tmaxとする。この異常状態判定時間Tmaxとは、ブレース滞在時間にトークンtkが存在し続けることによって、車両通過判定装置10が異常遷移であると判定する時間である。

これにより、トランジションtsの遷移前のブレースPCに存在するトークンtkのブレース滞在時間が最大ブレース時間maxより長い場合、トランジションtsは発火しない。すなわち、検出器210の検出結果r10が変化した場合であっても、その変化が最大ブレース時間maxより長い場合、トランジションtsは発火しない。これにより、例えば、検出器210にゴミなどの遮蔽物が付着した場合、検出結果r10は、最大ブレース時間maxより長い時間"1"となる。このため、車両通過判定装置10は、正常な遷移であると判定しない。

以下、トランジションtsに設定される最小ブレース時間minの具体例について説明する。

【0112】

トランジションts1は、遷移前のブレースPCがブレースPCP10である。このブレースPCP10は、車両通過判定装置10の判定外となる状態であるので、最小ブレース時間minは設定されない。トランジションts2は、最小ブレース時間min1が設定される。この最小ブレース時間min1は、(距離d2 - 距離d1) / 最大速度SPmaxによって示される。ここで、車両Vが車両通過レーンLTを通過する最大の速

度を、最大速度 $S P_{max}$ と称する。すなわち、最小ブレース時間 $min 1$ は、距離 $d 2$ と距離 $d 1$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ で通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 3$ と、トランジション $t s 6$ とは、最小ブレース時間 $min 2$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 2$ は、距離 $d 1$ / 最大速度 $S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 min は、距離 $d 1$ を車両 V が最大速度 $S P_{max}$ おいて通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 4$ は、最小ブレース時間 $min 3$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 3$ は、 $(\text{車両長 } x - (\text{距離 } d 2 - \text{距離 } d 1)) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 3$ は、車両長 x と、距離 $d 2$ との距離 $d 1$ との差によって示される距離との差を、車両 V の最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。

【 0 1 1 3 】

トランジション $t s 5$ は、最小ブレース時間 $min 4$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 4$ は、 $(\text{車両長 } x - \text{距離 } d 2) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 4$ は、車両長 x と、距離 $d 2$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 7$ と、トランジション $t s 10$ とは、最小ブレース時間 $min 5$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 5$ は、 $(\text{距離 } d 2 - \text{車両長 } x) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 5$ は、距離 $d 2$ と、車両長 x との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 8$ は、最小ブレース時間 $min 6$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 6$ は、 $(\text{距離 } d 2 - \text{距離 } d 1) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 6$ は、距離 $d 2$ と、距離 $d 1$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。

【 0 1 1 4 】

トランジション $t s 9$ は、最小ブレース時間 $min 7$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 7$ は、 $(\text{車両長 } x - \text{距離 } d 1) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 7$ は、車両長 x と、距離 $d 1$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。

トランジション $t s 11$ は、最小ブレース時間 $min 8$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 8$ は、 $(\text{距離 } d 1 - \text{車両長 } x) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 8$ は、距離 $d 1$ と、車両長 x との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。

トランジション $t s 12$ と、トランジション $t s 16$ には、最小ブレース時間 $min 9$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 9$ は、 $(\text{距離 } d 1 + \text{距離 } d 3) - \text{車両長 } x) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 9$ は、距離 $d 1$ と、距離 $d 3$ との和と、車両長 x との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。

【 0 1 1 5 】

トランジション $t s 13$ は、最小ブレース時間 $min 10$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 10$ は、車両長 $x / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 10$ は、車両長 x によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 14$ と、トランジション $t s 19$ とは、最小ブレース時間 $min 11$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 11$ は、 $(\text{距離 } d 4 - \text{距離 } d 3) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min 11$ は、距離 $d 4$ と、距離 $d 3$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $S P_{max}$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $t s 15$ は、最小ブレース時間 $min 12$ が設定される。この最小ブレース時間 $min 12$ は、 $(\text{車両長 } x - \text{距離 } d 3) / \text{最大速度 } S P_{max}$ によって示さ

れる。すなわち、最小ブレース時間 $min12$ は、車両長 x と、距離 $d3$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。

【0116】

トランジション $ts17$ は、最小ブレース時間 $min13$ が設定される。この最小ブレース時間 $min13$ は、(距離 $d3$ - 車両長 x) / 最大速度 $SPmax$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min13$ は、距離 $d3$ と車両長 x との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $ts18$ は、最小ブレース時間 $min14$ が設定される。この最小ブレース時間 $min14$ は、(車両長 x - 距離 $d4$) / 最大速度 $SPmax$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min14$ は、車両長 x と、距離 $d4$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $ts20$ は、最小ブレース時間 $min15$ が設定される。この最小ブレース時間 $min15$ は、(距離 $d4$ - 距離 $d3$) / 最大速度 $SPmax$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min15$ は、距離 $d4$ と、距離 $d3$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。

【0117】

トランジション $ts21$ は、最小ブレース時間 $min16$ が設定される。この最小ブレース時間 $min16$ は、(車両長 x - (距離 $d4$ - 距離 $d3$)) / 最大速度 $SPmax$ によって示される。すなわち、最小ブレース時間 $min16$ は、車両長 x と、距離 $d4$ との距離 $d3$ との差によって示される距離との差を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。トランジション $ts22$ は、最小ブレース時間 $min17$ が設定される。この最小ブレース時間 $min17$ は、(距離 $d4$ - 距離 $d3$) / 最大速度 $SPmax$ によって示される。すなわち最小ブレース時間 $min17$ は、距離 $d4$ と、距離 $d3$ との差によって示される距離を、車両 V が最大速度 $SPmax$ において通過する場合に要する時間を示す。

【0118】

これにより、トランジション ts の遷移前のブレース PC に存在するトークン tk のブレース滞在時間が最小ブレース時間 min に満たない場合、トランジション ts は発火しない。すなわち、検出器 210 の検出結果 $r10$ が変化した場合であっても、その変化が最小ブレース時間 min によって示される時間内である場合、トランジション ts は発火しない。これにより、例えば、検出器 210 にゴミなどの遮蔽物が付着し、更にそのゴミが風にあおられてはためく場合など、検出結果 $r10$ は、短い時間内で変化を繰り返す。この検出結果 $r10$ の変化が最小ブレース時間 min に満たない短い変化である場合、車両通過判定装置 10 は、正常な遷移であると判定しない。

【0119】

また、トークン tk が、現在の状態のブレース PC から、トランジション ts を介して遷移先のブレース PC へ遷移する際、現在の状態のブレース PC にアーク a が複数接続される場合がある。この複数あるアーク a の内、トークン tk の遷移先を示すアーク a は、アーク関数によって定義される。アーク関数とは、アーク a に関連付けられるトークン tk の入出力条件を示す関数である。この一例の場合、アーク関数は予め設定される。

車両通過レーン LT を通過する車両 V は、その種類に応じて車両長 x が異なる場合がある。この一例では、車両 V の車両長 x の情報が予め取得されている場合について説明する。また、車両 V が車両通過レーン LT を通過する速度は、車両 V 毎に異なる場合がある。ここでは、車両 V が車両通過レーン LT を通過する速度を、車両速度 sp と称する。この一例では、車両 V の車両速度 sp の情報が予め取得されている場合について説明する。

この一例では、ペトリネットにおいて車両 V を示すトークン tk は、この車両 V の車両長 x と、車両 V の速度 sp とを変数として備える場合について説明する。このトークン tk が備える車両長 x と、車両速度 sp と、アーク関数とに基づいて、トークン tk の遷移

先を示すアーク a が定義される。以下、アーク関数の具体例について説明する。

【0120】

ブレース P C S 1 1 S 1 2 に接続されるアーク a は、3つ存在する。アーク関数 f 1 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 5 を介して遷移する。また、アーク関数 f 2 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 1 1 を介して遷移する。また、アーク関数 f 3 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 7 を介して遷移する。

アーク関数 f 1 は、車両長 $x >$ 距離 d 2 によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d 2 よりも長い場合にアーク関数 f 1 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 1 S 1 2 から、アーク a 5 と、トランジション t s 3 と、アーク a 6 とを介してブレース P C S 1 1 S 1 2 S 1 3 へ遷移する。

アーク関数 f 2 は、距離 $d 1 <$ 車両長 $x <$ 距離 d 2 かつ、車両速度 $s p >$ (距離 d 2 - 車両長 x) / サンプリング時間 $T s$ によって示される。ここで、サンプリング時間 $T s$ とは、検出器 2 1 0 が検出結果 r 1 0 を車両通過判定装置 1 0 へ出力する時間の間隔である。すなわち、車両長 x が距離 d 1 よりも長く、距離 d 2 よりも短い場合であって、かつサンプリング時間 $T s$ によって示される時間の間に車両 V が方向 d r へ移動する距離が、距離 d 2 - 車両長 x によって示される距離よりも長い場合にアーク関数 f 2 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 1 S 1 2 から、アーク a 1 1 と、トランジション t s 6 と、アーク a 1 2 とを介してブレース P C S 1 2 S 1 3 へ遷移する。

アーク関数 f 3 は、距離 $d 1 <$ 車両長 $x <$ 距離 d 2、かつ、車両速度 $s p <$ (距離 d 2 - 車両長 x) / サンプリング時間 $T s$ 、または、距離 $d 1 >$ 車両長 x によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d 1 よりも長く、距離 d 2 よりも短い場合であって、かつサンプリング時間 $T s$ の間に車両 V が方向 d r へ移動する距離が、距離 d 2 - 車両長 x によって示される距離よりも短い場合か、車両長 x が距離 d 1 よりも短い場合にアーク関数 f 3 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 1 S 1 2 から、アーク a 7 と、トランジション t s 4 と、アーク a 8 とを介してブレース P C S 1 2 へ遷移する。

【0121】

ブレース P C S 1 2 に接続されるアーク a は、3つ存在する。アーク関数 f 4 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 1 3 を介して遷移する。また、アーク関数 f 5 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 1 9 を介して遷移する。また、アーク関数 f 6 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 1 5 を介して遷移する。

【0122】

アーク関数 f 4 は、車両長 $x >$ 距離 d 1 によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d 1 よりも長い場合、アーク関数 f 4 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 2 から、アーク a 1 3 と、トランジション t s 7 と、アーク a 1 4 とを介してブレース P C S 1 2 S 1 3 へ遷移する。アーク関数 f 5 は、車両長 $x <$ 距離 d 1 と、車両速度 $s p >$ (距離 d 1 - 車両長 x) / サンプリング時間 $T s$ とによって示される。すなわち、車両長 x が距離 d 1 よりも短い場合であって、かつサンプリング時間 $T s$ によって示される時間の間に車両 V が方向 d r へ移動する距離が、距離 d 1 - 車両長 x によって示される距離よりも長い場合に、アーク関数 f 5 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 2 から、アーク a 1 9 と、トランジション t s 1 0 と、アーク a 2 0 とを介してブレース P C S 1 3 へ遷移する。アーク関数 f 6 は、車両長 $x <$ 距離 d 1 と、車両速度 $s p <$ (距離 d 1 - 車両長 x) / サンプリング時間 $T s$ とによって示される。すなわち、車両長 x が距離 d 1 よりも短い場合であって、かつサンプリング時間 $T s$ によって示される時間の間に車両 V が方向 d r へ移動する距離が、距離 d 1 - 車両長 x によって示される距離よりも短い場合に、アーク関数 f 6 が成立する。この場合、トークン t k は、ブレース P C S 1 2 から、アーク a 1 5 と、トランジション t s 8 と、アーク a 1 6 とを介してブレース P C P 1 1 へ遷移する。

【0123】

ブレース P C S 1 3 に接続されるアーク a は、3つ存在する。アーク関数 f 7 が成立する場合、トークン t k は、アーク a 2 3 を介して遷移する。また、アーク関数 f 8 が成立

10

20

30

40

50

する場合、トークン t_k は、は、アーク a_{31} を介して遷移する。また、アーク関数 f_9 が成立する場合、トークン t_k は、アーク a_{25} を介して遷移する。

【0124】

アーク関数 f_7 は、車両長 $x >$ 距離 d_3 によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_3 よりも長い場合、アーク関数 f_7 が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13}$ から、アーク a_{23} と、トランジション t_{s12} と、アーク a_{24} とを介してスペース $PC S_{13} S_{14}$ へ遷移する。アーク関数 f_8 は、車両長 $x <$ 距離 d_3 と、車両速度 $s_p >$ (距離 d_3 - 車両長 x) / サンプルング時間 T_s によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_3 よりも短い場合であって、かつサンプルング時間 T_s によって示される時間の間に車両 V が方向 d_r へ移動する距離が、距離 d_3 - 車両長 x によって示される距離よりも長い場合に、アーク関数 f_8 が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13}$ から、アーク a_{31} と、トランジション t_{s16} と、アーク a_{32} とを介してスペース $PC S_{14}$ へ遷移する。アーク関数 f_9 は、車両長 $x <$ 距離 d_3 と、車両速度 $s_p <$ (距離 d_3 - 車両長 x) / サンプルング時間 T_s によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_3 よりも短い場合であって、かつサンプルング時間 T_s によって示される時間の間に車両 V が方向 d_r へ移動する距離が、距離 d_3 - 車両長 x によって示される距離よりも短い場合に、アーク関数 f_9 が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13}$ から、アーク a_{25} と、トランジション t_{s13} と、アーク a_{26} とを介してスペース $PC P_{12}$ へ遷移する。

【0125】

スペース $PC S_{13} S_{14}$ に接続されるアーク a は、3つ存在する。アーク関数 f_{10} が成立する場合、トークン t_k は、アーク a_{27} を介して遷移する。また、アーク関数 f_{11} が成立する場合、トークン t_k は、アーク a_{37} を介して遷移する。また、アーク関数 f_{12} が成立する場合、トークン t_k は、アーク a_{29} を介して遷移する。

【0126】

アーク関数 f_{10} は、車両長 $x >$ 距離 d_4 によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_4 よりも長い場合、アーク関数 f_{10} が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13} S_{14}$ から、アーク a_{27} と、トランジション t_{s14} と、アーク a_{28} とを介してスペース $PC S_{13} S_{14} S_{15}$ へ遷移する。アーク関数 f_{11} は、車両長 $x <$ 距離 d_4 と、車両速度 $s_p >$ (距離 d_4 - 車両長 x) / サンプルング時間 T_s によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_4 よりも短い場合であって、かつサンプルング時間 T_s によって示される時間の間に車両 V が方向 d_r へ移動する距離が、距離 d_4 - 車両長 x によって示される距離よりも長い場合に、アーク関数 f_{11} が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13} S_{14}$ から、アーク a_{37} と、トランジション t_{s19} と、アーク a_{38} とを介してスペース $PC S_{14} S_{15}$ へ遷移する。アーク関数 f_{12} は、車両長 $x <$ 距離 d_4 と、車両速度 $s_p <$ (距離 d_4 - 車両長 x) / サンプルング時間 T_s によって示される。すなわち、車両長 x が距離 d_4 よりも短い場合であって、かつサンプルング時間 T_s によって示される時間の間に車両 V が方向 d_r へ移動する距離が、距離 d_4 - 車両長 x によって示される距離よりも短い場合に、アーク関数 f_{12} が成立する。この場合、トークン t_k は、スペース $PC S_{13} S_{14}$ から、アーク a_{29} と、トランジション t_{s15} と、アーク a_{30} とを介してスペース $PC S_{14}$ へ遷移する。

【0127】

なお、ここではサンプルング時間 T_s が、検出器 210 が検出結果 r_{10} を車両通過判定装置 10 へ出力する時間の間隔である場合について説明したが、これに限られない。検出器 210 は常に検出結果 r_{10} を車両通過判定装置 10 へ出力しており、車両通過判定装置 10 に検出結果 r_{10} の変化が認識される間隔をサンプルング時間 T_s としてもよい。

【0128】

ここまで、本実施形態のペトリネットが示す遷移情報 $Info_1$ の遷移について、スペース PC 毎と、トランジション t_s 毎とに説明した。これにより、遷移情報 $Info_1$ は

、車両通過レーン $L T$ を走行する車両 V を示すトークン $t k$ として示すことにより、車両 V の遷移の状態を示す。すなわち、遷移情報 $I n f o 1$ は、車両通過レーン $L T$ を通過する車両 V の状態を示す。

ここで、本実施形態において、車両通過判定装置 $1 0$ の、車両 V の正常遷移と、異常遷移とを判定する方法について説明する。本実施形態において、車両通過判定装置 $1 0$ は、各スペース $P C$ に存在するトークン $t k$ のスペース滞在時間が最大スペース時間 $m a x$ を越えているか否かに基づいて判定する。具体的には、車両通過判定装置 $1 0$ は、トークン $t k$ のスペース滞在時間が異常状態判定時間 $T m a x$ を越えている場合、車両 V の状態の遷移を、異常遷移であると判定する。

次に、本実施形態において、車両通過判定装置 $1 0$ が、車両 V の状態の遷移を、正常遷移と、異常遷移とに判定する具体例について説明する。 10

【 0 1 2 9 】

[車両 V が方向 $d r$ に進行する場合]

この一例では、車両 $V 1$ が、車両通過レーン $L T$ を順方向に進行した場合について説明する。また、この一例において、車両 V が、位置 $P 1 0$ 、位置 $S 1 1$ 、位置 $S 1 2$ 、位置 $P 1 1$ 、位置 $S 1 3$ 、位置 $P 1 2$ 、位置 $S 1 4$ 、位置 $S 1 5$ と、位置 $P 1 3$ と、順方向に進行した場合について説明する。この一例における車両 V を、車両 $V 1$ と称する。車両 $V 1$ の車両長 x を、車両長 $x 1$ と称する。車両 $V 1$ の車両速度 $s p$ を、車両速度 $s p 1$ と称する。また、この一例では、すべてのスペース $P C$ において最大スペース時間 $m a x$ が異常状態判定時間 $T m a x$ である場合について説明する。 20

【 0 1 3 0 】

まず、車両 $V 1$ が位置 $P 1 0$ に存在する場合、本実施形態のペトリネットが示す遷移情報 $I n f o 1$ のスペース $P C P 1 0$ には、トークン $t k$ が出現する。

ここで、車両 $V 1$ の進行によって出現するトークン $t k$ をトークン $t k 1$ と称する。トークン $t k 1$ は、トランジション $t s 1$ の発火条件が成立し、かつ抑止スペース $P C D 1$ の条件が成立しない場合、遷移先のスペース $P C$ へ遷移する。

車両 $V 1$ が位置 $S 1 1$ へ進行することにより、トランジション $t s 1$ の発火条件が成立し、トランジション $t s 1$ が発火する。すなわち、トークン $t k 1$ は、スペース $P C S 1 1$ へ遷移する。

【 0 1 3 1 】

トークン $t k 1$ は、トランジション $t s 2$ の発火条件が成立し、かつ抑止スペース $P C D 2$ の条件が成立しない場合に、遷移先のスペース $P C$ へ遷移する。更に具体的には、トークン $t k 1$ は、スペース滞在時間が、最小スペース時間 $m i n 1$ より長く、異常状態判定時間 $T m a x$ より短い場合に、遷移先のスペース $P C$ へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小スペース時間 $m i n 1$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 $T m a x$ によって示される時間の間に、車両 $V 1$ の後尾が位置 $S 1 1$ 、車両 $V 1$ の先頭が位置 $S 1 2$ となる位置へ進行する。これにより、トランジション $t s 2$ が発火する。すなわち、トークン $t k 1$ は、スペース $P C S 1 1 S 1 2$ へ遷移する。

【 0 1 3 2 】

この一例では、アーク関数 $f 3$ が成立する場合について説明する。 40

トークン $t k 1$ は、トランジション $t s 4$ の発火条件が成立する場合に、遷移先のスペース $P C$ へ遷移する。更に具体的には、トークン $t k 1$ は、スペース滞在時間が、最小スペース時間 $m i n 3$ より長く、異常状態判定時間 $T m a x$ より短い場合に、遷移先のスペース $P C$ へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小スペース時間 $m i n 3$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 $T m a x$ によって示される時間の間に位置 $S 1 2$ へ進行する。これにより、トランジション $t s 4$ が発火する。すなわち、トークン $t k 1$ は、スペース $P C S 1 2$ へ遷移する。

【 0 1 3 3 】

この一例の場合、アーク関数 $f 6$ が成立する場合について説明する。 50

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 8$ の発火条件が成立する場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が、最小プレース時間 $min 6$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小プレース時間 $min 6$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 T_{max} によって示される時間の間に位置 $P 1 1$ へ進行する。これにより、トランジション $t_s 8$ が発火する。すなわち、トークン $t_k 1$ は、プレース $PC P 1 1$ へ遷移する。

【 0 1 3 4 】

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 1 1$ の発火条件が成立し、かつ抑止プレース $PC D 7$ の条件が成立しない場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が、最小プレース時間 $min 8$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小プレース時間 $min 8$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 T_{max} によって示される時間の間に位置 $S 1 3$ へ進行する。これにより、トランジション $t_s 1 1$ が発火する。すなわち、トークン $t_k 1$ は、プレース $PC S 1 3$ へ遷移する。

【 0 1 3 5 】

この一例の場合、アーク関数 f_9 が成立する場合について説明する。

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 1 3$ の発火条件が成立する場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が最小プレース時間 $min 1 0$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小プレース時間 $min 1 0$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 T_{max} によって示される時間の間に位置 $P 1 2$ へ進行する。これにより、トランジション $t_s 1 3$ が発火するすなわち、トークン $t_k 1$ は、プレース $PC P 1 2$ へ遷移する。

【 0 1 3 6 】

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 1 7$ の発火条件が成立し、かつ抑止プレース $PC D 1 1$ の条件が成立しない場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が、最小プレース時間 $min 1 3$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小プレース時間 $min 1 3$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 T_{max} によって示される時間の間に位置 $S 1 4$ へ進行する。これにより、トランジション $t_s 1 7$ が発火する。すなわち、トークン $t_k 1$ は、プレース $PC S 1 4$ へ遷移する。

【 0 1 3 7 】

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 2 0$ の発火条件が成立し、かつ抑止プレース $PC D 1 3$ の条件が成立しない場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が、最小プレース時間 $min 1 5$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

車両 $V 1$ は、最小プレース時間 $min 1 5$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 T_{max} によって示される時間の間に、車両 $V 1$ の後尾が位置 $S 1 4$ 、車両 $V 1$ の先頭が位置 $S 1 5$ となる位置へ進行する。これにより、トランジション $t_s 2 0$ が発火する。すなわち、トークン $t_k 1$ は、プレース $PC S 1 4 S 1 5$ へ遷移する。

【 0 1 3 8 】

トークン $t_k 1$ は、トランジション $t_s 2 1$ の発火条件が成立する場合に、遷移先プレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $t_k 1$ は、プレース滞在時間が最小プレース時間 $min 1 6$ より長く、異常状態判定時間 T_{max} より短い場合に、遷移先のプレース PC へ遷移する。

10

20

30

40

50

車両V1は、最小ブレース時間 $min16$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 $Tmax$ によって示される時間の間に、位置 $S15$ へ進行する。これにより、トランジション $ts21$ が発火する。すなわち、トークン $tk1$ は、ブレース $PCS15$ へ遷移する。

【0139】

トークン $tk1$ は、トランジション $ts22$ の発火条件が成立する場合に、遷移先ブレース PC へ遷移する。更に具体的には、トークン $tk1$ は、ブレース滞在時間が最小ブレース時間 $min17$ より長く、異常状態判定時間 $Tmax$ より短い場合に、遷移先のブレース PC へ遷移する。

車両V1は、最小ブレース時間 $min17$ によって示される時間経過後から、異常状態判定時間 $Tmax$ によって示される時間の間に、位置 $P13$ へ進行する。これにより、トランジション $ts22$ が発火する。すなわち、トークン $tk1$ は、ブレース $PCP13$ へ遷移する。

【0140】

上述したように、車両Vが車両通過レーン LT を方向 dr へ進行している場合に、トークン tk のブレース滞在時間が異常状態判定時間 $Tmax$ を越えない場合、車両通過判定装置10は、車両Vの状態遷移を正常遷移であると判定する。

次に、車両Vの状態遷移が異常遷移する場合について説明する。

【0141】

[車両Vが方向 rv に進行する場合]

この一例では、車両V1台が、車両通過レーン LT を逆方向に進行した場合について説明する。また、この一例において、車両Vが、位置 $P10$ 、位置 $S11$ 、位置 $S12$ 、位置 $P11$ まで進行したのち、方向 rv へ逆走した場合について説明する。この一例における車両Vを、車両V2と称する。車両V2の車両長 x を、車両長 $x2$ と称する。車両V2の車両速度 sp を、車両速度 $sp2$ と称する。また、この一例では、すべてのブレース PC において最大ブレース時間 max が異常状態判定時間 $Tmax$ である場合について説明する。また、車両V2が走行することにより、遷移情報 $Info1$ に出現するトークン tk をトークン $tk2$ と称する。

【0142】

以下、車両V2が $P10$ から位置 $P11$ まで進行するトークン $tk2$ の遷移は、トークン $tk1$ 遷移と重複するので、詳細な説明を省略する。

車両V2が、位置 $P11$ に存在する場合、トークン $tk2$ は、ブレース $PCP11$ に存在する。このブレース $PCP11$ からの遷移は、トランジション $ts11$ を介したブレース $PCS13$ のみである。

ここで車両V2が、方向 rv である位置 $S12$ へ進行した場合、検出器 212 が車両V2を検出する。この検出結果 $r10$ の変化は、ブレース $PCP11$ からの遷移であるトランジション $ts11$ の発火条件を満たさないため、トークン $tk2$ は、ブレース $PCP11$ に存在し続ける。すなわち、トークン $tk2$ のブレース滞在時間は最大ブレース時間 max より長くなる。これにより、車両通過判定装置10は、車両Vは異常遷移であると判定する。

【0143】

なお、車両通過判定装置10は、最大ブレース時間 max を待たなくても、ペトリネットから外れた検知があった場合には、異常状態として判定してもよい。具体的には、車両通過判定装置10は、トークン tk の遷移先となるトランジション ts と、検出結果 $r10$ とを比較する。これにより、車両通過判定装置10は、このトランジション ts と、検出結果 $r10$ とに不一致がある場合には、異常状態として判定する。

【0144】

次に、車両通過判定装置10の車両通過判定プログラム $Prg20$ に基づく動作について図7を参照して説明する。ここでは、車両通過判定装置10が、車両Vの状態遷移が正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定する場合を一例として説明する。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 5 】

図 7 は、車両通過判定装置 1 0 の動作の一例を示す流れ図である。車両通過判定装置 1 0 は、車両通過判定プログラム P r g 2 0 に基づいて、図 7 に示すステップ S 2 1 0 から、ステップ S 2 7 0 までを実行する。ここで、車両通過判定プログラム P r g 2 0 とは、車両通過判定装置 1 0 が、車両 V の状態の遷移が正常遷移であるか、異常遷移であるかを判定するための制御プログラムである。

【 0 1 4 6 】

取得部 1 1 1 は、車両位置検出装置 2 0 から検出結果 r 1 0 を取得する（ステップ S 2 1 0）。判定部 1 1 2 は、記憶部 1 2 0 から遷移情報 I n f o 1 を読み出す（ステップ S 2 2 0）。判定部 1 1 2 は、記憶部 1 2 0 から読み出した遷移情報 I n f o 1 と、取得部 1 1 1 から取得した検出結果 r 1 0 とに基づいて、遷移情報 I n f o 1 の車両 V の状態を更新する（ステップ S 2 3 0）。判定部 1 1 2 は、更新した遷移情報 I n f o 1 の中に、ペトリネットから外れたトークン t k が存在するか否かを判定する（ステップ S 2 3 5）。ペトリネットから外れたトークン t k が存在する場合、車両通過判定装置 1 0 は、出力部 1 1 3 から異常遷移の判定結果 j を出力する（ステップ S 2 6 0）。ペトリネットから外れたトークン t k が存在しない場合（ステップ S 2 3 5 : N O）、処理をステップ S 2 4 0 へ進める。判定部 1 1 2 は、更新した遷移情報 I n f o 1 の中に、プレース滞在時間が最大プレース時間 m a x より長いトークン t k が存在するか否かを判定する（ステップ S 2 4 0）。車両通過判定装置 1 0 は、判定結果 j が正常遷移の場合、出力部 1 1 3 から正常遷移の判定結果 j を出力する（ステップ S 2 5 0）。車両通過判定装置 1 0 は、判定結果 j が異常遷移の場合、出力部 1 1 3 から異常遷移の判定結果 j を出力する（ステップ S 2 6 0）。判定部 1 1 2 は、更新された遷移情報 I n f o 1 を記憶部 1 2 0 へ書き込む（ステップ S 2 7 0）。

【 0 1 4 7 】

以上説明したように、本実施形態の遷移情報 I n f o 1 はペトリネットによって示される。ペトリネット上において車両 V をトークン t k として示すことにより、車両 V の状態は、トークン t k が存在するプレース P C によって示される。また、遷移情報 I n f o 1 としてペトリネットを使用することにより、複数のトークン t k の状態が同時に示される。すなわち、遷移情報 I n f o 1 としてペトリネットを使用することにより、複数の車両 V の状態が同時に示される。これにより、車両通過判定装置 1 0 は、複数の車両 V の状態の遷移を同時に判定することができる。

【 0 1 4 8 】

以上、本発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。上述した各実施形態に記載の構成を組み合わせてもよい。

【 0 1 4 9 】

なお、上記の実施形態における車両通過判定装置 1 0 が備える各部は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、メモリおよびマイクロプロセッサにより実現させるものであってもよい。

【 0 1 5 0 】

なお、車両通過判定装置 1 0 が備える各部は、メモリおよび C P U（中央演算装置）により構成され、車両通過判定装置 1 0 が備える各部の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。

【 0 1 5 1 】

また、車両通過判定装置 1 0 が備える各部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、制御部が備える各部による処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、O S や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

50

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

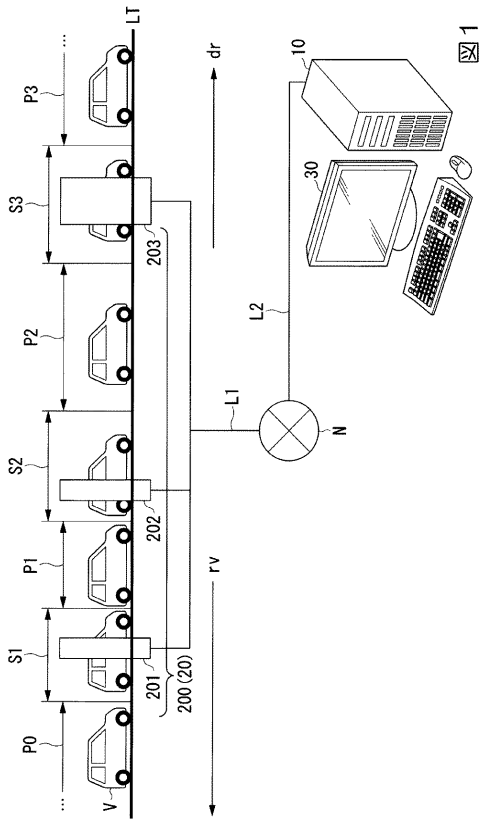
10

【符号の説明】

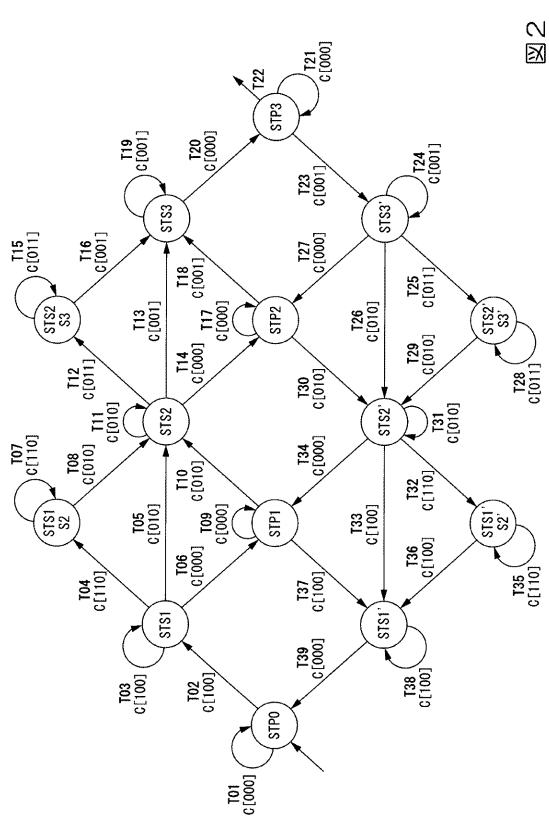
【0153】

10 車両通過判定装置、20 車両位置検出装置、30 表示装置、111 取得部、112 判定部、113 出力部、120 記憶部、PC プレース、t s トランジション、t k トークン、a アーク

【図1】



【図2】



【 図 3 】

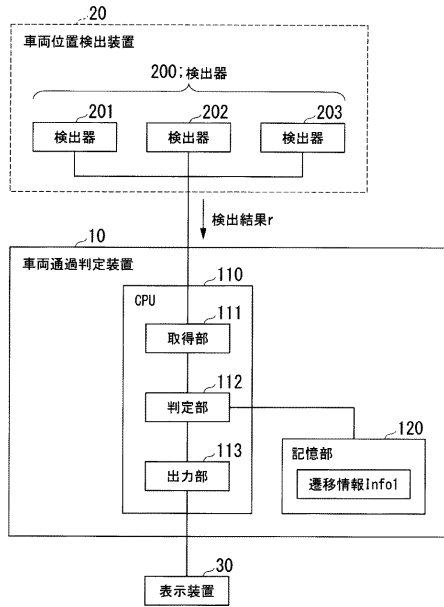


図 3

【 図 4 】

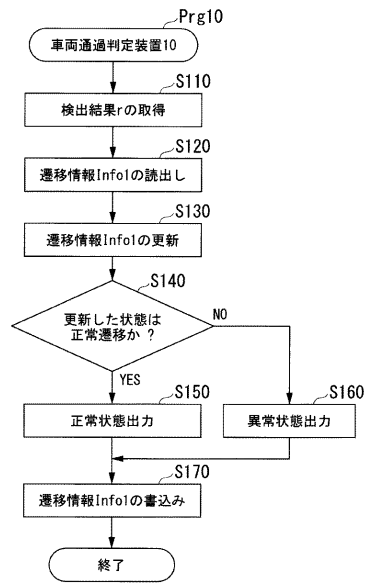


図 4

【 図 5 】

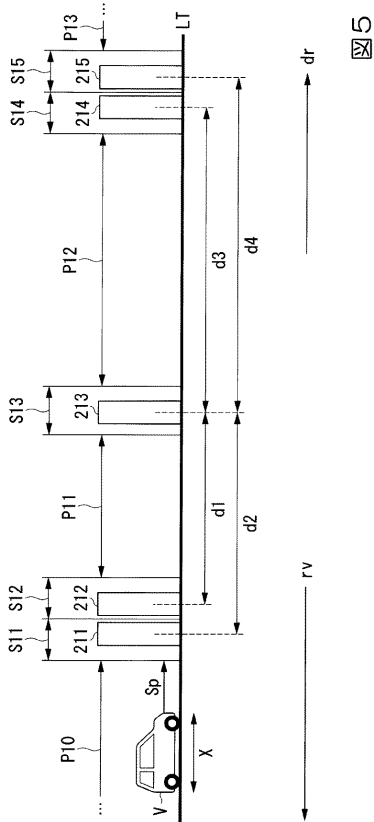


図 5

【 図 6 】

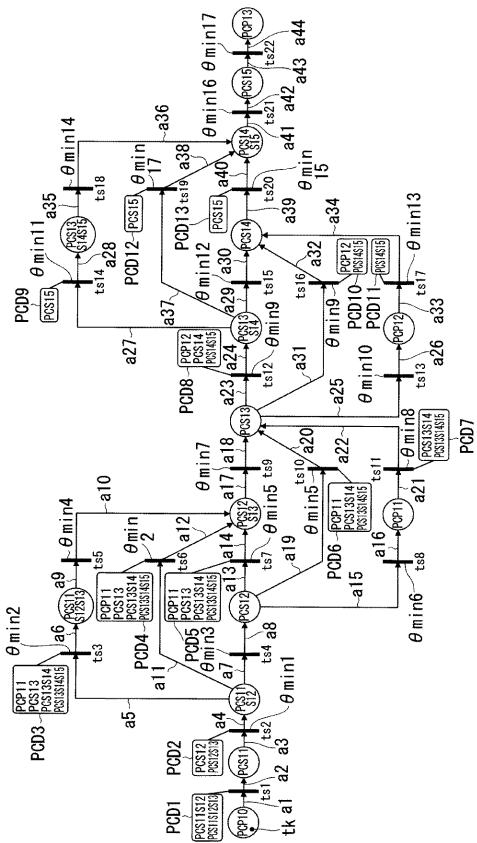


図 6

【 図 7 】

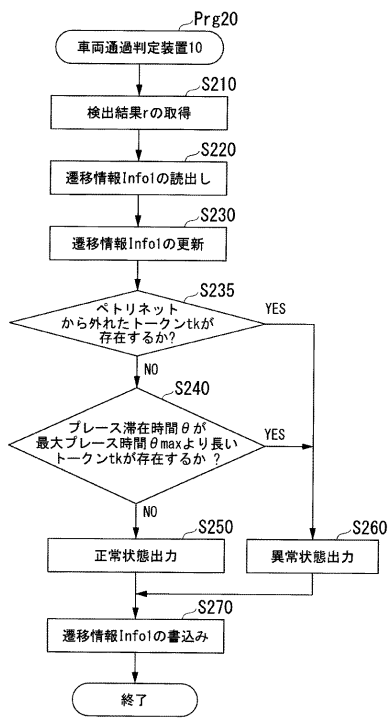


図 7

フロントページの続き

特許法第30条第2項適用 平成26年12月6日、日本大学工学部ウェブサイト 平成26年12月6日、平成26年度第58回日本大学工学部学術講演会 平成26年12月1日、平成26年度第58回日本大学工学部学術講演会予稿集 平成27年2月6日、電子情報通信学会2015年総合大会ウェブサイト 平成27年3月11日、電子情報通信学会2015年総合大会 平成27年2月24日、電子情報通信学会2015年総合大会講演論文集 平成27年3月25日、平成26年度日本大学大学院理工学研究科修士論文要旨集 平成27年2月23日、平成26年度日本大学大学院理工学研究科(情報科学専攻)修士論文審査会

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(72)発明者 泉 隆

東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内

(72)発明者 岡村 直樹

東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内

(72)発明者 高橋 友彰

東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内

(72)発明者 及川 宗敏

東京都千代田区霞が関一丁目4番1号 首都高速道路株式会社内

(72)発明者 佐々木 剛

東京都千代田区霞が関一丁目4番1号 首都高速道路株式会社内

(72)発明者 若山 佳之

東京都千代田区霞が関一丁目4番1号 首都高速道路株式会社内

(72)発明者 荒川 友理

東京都千代田区霞が関一丁目4番1号 首都高速道路株式会社内

(72)発明者 山内 伸一郎

東京都港区芝三丁目5番5号 首都高ETCメンテナンス株式会社内

審査官 渡邊 洋

(56)参考文献 特開2003-168141(JP,A)

特開2003-228747(JP,A)

特開平08-263788(JP,A)

特開平06-149774(JP,A)

特開平10-162115(JP,A)

特開平11-306483(JP,A)

特開2001-175989(JP,A)

特開2005-182631(JP,A)

特開2009-140343(JP,A)

特開2013-182319(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0162448(US,A1)

特開平10-312217(JP,A)

特開2007-269240(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G07B15/00-15/06

G08G1/00-1/16

G06Q50/00-50/34