(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 22 日(22.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/147350 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/058098

(22) 国際出願日: 2015 年 3 月 18 日(18.03.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 榊原 肇 (SAKAKIBARA, Hajime); 〒1120014 東京都文京区関口一丁目４３番５号 住友電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 松本 充雄 (MATSUMOTO, Mitsuo); 〒5500001 大阪府大阪市西区土佐堀二丁目２番４号 住友電エシステムソリューション株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 河野 英仁, 外 (KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目４番３号 河野特許事務所 Osaka (JP).

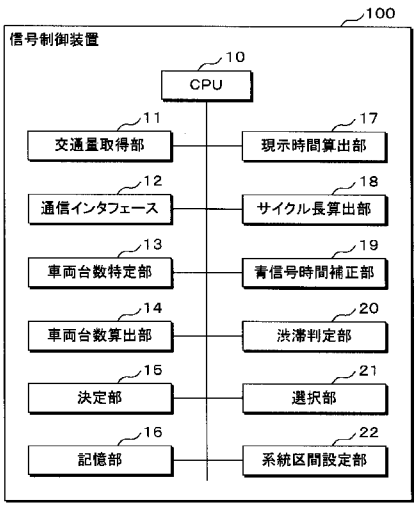
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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),

[続葉有]

(54) **Title**: SIGNAL CONTROL DEVICE, COMPUTER PROGRAM, STORAGE MEDIUM, AND SIGNAL CONTROL METHOD

(54) 発明の名称 : 信号制御装置、コンピュータプログラム、記録媒体及び信号制御方法



11 Traffic amount acquisition unit
12 Communication interface
13 Vehicle-count specifying unit
14 Vehicle-count calculation unit
15 Decision unit
16 Storage unit
17 Display time calculation unit
18 Cycle-length calculation unit
19 Green-signal-time correction unit
20 Congestion determination unit
21 Selection unit
22 System section setting unit
100 Signal control device

(57) **Abstract**: Provided are a signal control device, a computer program, a storage medium, and a signal control method that can improve traffic processing capability at an intersection. The signal control device is provided with: a vehicle-count acquisition unit that acquires a vehicle count for the vehicles that pass a prescribed location in a prescribed lane of an approach road that approaches an intersection; a vehicle-count specifying unit that, with respect to a first point in time and a second point in time that follow the beginning of a green signal for the approach road, continually reestablishes the second point in time and specifies, multiple times, a vehicle count for the vehicles that pass the prescribed location between the first point in time and the second point in time; a vehicle-count calculation unit that, each time the second point in time is reestablished, on the basis of the specified vehicle count, calculates a prescribed-time-period vehicle count for the vehicles that pass the prescribed location; and a decision unit that decides signal control parameters for the intersection on the basis of the calculated prescribed-time-period vehicle count.

(57) 要約: 交差点での交通処理能力を向上させることができる信号制御装置、コンピュータプログラム、記録媒体及び信号制御方法を提供する。 信号制御装置は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に所定位置を通過する車両台数を、第２時点を更新しつつ複数回特定する台数特定部と、第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、算出した所定時間当たりの車両台数に基づいて交差点での信号制御パラメータを決定する決定部とを備える。

WO 2016/147350 A1

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 ：

信号制御装置、コンピュータプログラム、記録媒体及び信号制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、信号制御装置、該信号制御装置を実現するためのコンピュータプログラム、該コンピュータプログラムを記録した記録媒体及び信号制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の交通信号制御では、サイクル長、スプリット、オフセット等の信号制御パラメータを交通状況に応じて更新するＭＯＤＥＲＡＴＯ（Management by Origin-Destination Related Adaptation for Traffic Optimization）制御が広く運用されている。サイクル長は、信号表示が一巡する時間であり、スプリットは、サイクル長に対する各現示に割り当てられる時間の長さの割合である。現示とは、１つの交差点において一組の交通流に対して同時に付与される通行権又は通行権が割り当てられている時間帯である。

[0003] 交差点でのスプリットは、交通処理能力に寄与する重要な信号制御パラメータであり、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御では、現示ごとに各流入路の負荷率の最大値である現示負荷率を求め、現示負荷率の比で正規化されたスプリットを配分する方式を用いている（非特許文献１参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：社団法人交通工学研究所　「改訂交通信号の手引き」丸善、ｐ８５、２００９年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 負荷率は、飽和交通流率に対する単位時間当たりの負荷交通量の割合であり、負荷交通量は、処理交通量（流入台数）と渋滞部に存在する車両台数（

捌け残り台数）との合計である。しかし、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御では、負荷率などの変量は、比較的長い時間の間の平均的な値を採用しているため、交通量が比較的短い時間の間に変動する場合には、交通処理能力が低下する場合が生じる。

[0006] 本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、交差点での交通処理能力を向上させることができる信号制御装置、該信号制御装置を実現するためのコンピュータプログラム、該コンピュータプログラムを記録した記録媒体及び信号制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] （１）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、前記台数特定部で特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、該台数算出部で算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部とを備える。

[0008] （１１）本発明の実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムであって、コンピュータを、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部として機能させる。

[0009] （１２）本発明の実施の形態に係る記録媒体は、コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムを記録したコンピュータでの読み取りが可能な非一時的な記録媒体であって、前記コンピュータプログラムは、コンピュータを、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部として機能させる。

[0010] （１３）本発明の実施の形態に係る信号制御方法は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を台数取得部が取得するステップと、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回台数特定部が特定するステップと、前記第２時点を更新する都度、特定された車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を台数算出部が算出するステップと、算出された前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定部が決定するステップとを含む。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、交差点での交通処理能力を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施の形態の信号制御装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図2]本実施の形態の信号制御装置が信号制御する交差点の一例を示す模式図である。

[図3]交差点の流入路の青信号開始以降の累積交通量の一例を示す説明図である。

[図4]本実施の形態の信号制御装置による流入路の捌け率が最大点を経過する時点の算出方法を示す説明図である。

[図5]本実施の形態の信号制御装置により交通処理能力が最適化される様子の一例を示す説明図である。

[図6]単独交差点の流入路と現示構成の一例を示す説明図である。

[図7]本実施の形態の信号制御装置による単独交差点での制御パラメータの決定例を示す説明図である。

[図8]信号制御指令が与えられた単独交差点の流入路と現示構成の一例を示す説明図である。

[図9]本実施の形態の信号制御装置により決定された制御パラメータの一例を示す説明図である。

[図10]系統制御の交差点の一例を示す模式図である。

[図11]本実施の形態の信号制御装置による系統制御交差点での制御パラメータの決定例を示す説明図である。

[図12]本実施の形態の信号制御装置による渋滞が無い場合の制御パラメータの算出例を示す説明図である。

[図13]本実施の形態の信号制御装置によるスプリットの補正の一例を示す説明図である。

[図14]系統区間に渋滞がある場合の系統区間の再構築の一例を示す模式図である。

[図15]本実施の形態の信号制御装置による異なる単位時間内の捌け率の算出例を示す説明図である。

[図16]捌け率算出の復活の一例を示す説明図である。

[図17]本実施の形態の信号制御装置の処理手順の第１実施例を示すフローチャートである。

[図18]本実施の形態の信号制御装置の処理手順の第１実施例を示すフローチャートである。

[図19]本実施の形態の信号制御装置の処理手順の第２実施例を示すフローチ

ャートである。

発明を実施するための形態

[0013] ［本願発明の実施形態の説明］

（１）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、前記台数特定部で特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、該台数算出部で算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部とを備える。

[0014] （１１）本発明の実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムであって、コンピュータを、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部として機能させる。

[0015] （１２）本発明の実施の形態に係る記録媒体は、コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムを記録したコンピュータでの読み取りが可能な非一時的な記録媒体であって、前記コンピュータプログラムは、コンピュータを、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第

２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部として機能させる。

[0016] （１３）本発明の実施の形態に係る信号制御方法は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を台数取得部が取得するステップと、前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回台数特定部が特定するステップと、前記第２時点を更新する都度、特定された車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を台数算出部が算出するステップと、算出された前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定部が決定するステップとを含む。

[0017] 台数取得部は、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する。所定車線は、流入路に車線が複数ある場合、任意の１車線でよく、例えば、代表的な車線でもよく、右折専用車線又は左折専用車線などの専用車線でもよい。また、所定車線は、全車線でもよい。所定位置は、交差点手前の停止線又は交差点から所要距離の地点とすることができる。台数取得部は、例えば、交差点の停止線付近に設置された車両感知器から車両台数を取得することができる。

[0018] 台数特定部は、流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に所定位置を通過する車両台数を、第２時点を当該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する。第１時点から第２時点までの時間を、単位時間ｐ（秒）とも称する。単位時間ｐは、例えば、１０秒とすることができるが、これに限定されない。第２時点の更新周期をＮ（秒）で表すと、台数特定部は、Ｎ（秒）の都度、過去ｐ（秒）間に所定位置（例えば、停止線）を通過する車両台数を特定する。更新周期Ｎは、例えば、１秒とすることがで

きる。

[0019] 台数算出部は、第２時点を更新する都度、台数特定部で特定した車両台数に基づいて所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する。所定時間は、例えば、１秒とすることができるが、１時間等でもよい。所定時間当たりの車両台数は、捌け率とも称する。すなわち、台数算出部は、単位時間ｐ内の捌け率（台／秒）を更新周期Ｎで繰り返し算出する。

[0020] 決定部は、台数算出部で算出した所定時間当たりの車両台数に基づいて交差点での信号制御パラメータを決定する。台数算出部は、青信号の開始以降、更新周期Ｎで単位時間ｐ内の捌け率を繰返し算出する。捌け率が増加している時間帯では、交差点での交通処理能力が増加している。捌け率が最大点（最大値）に到達した時間帯では、交通処理能力も最大となっている。しかし、捌け率が最大点から減少する時間帯では、交通処理能力も最大の状態から徐々に低下していると考えられる。決定部は、台数算出部で算出した単位時間内の捌け率が最大点から低下する時点（最大点を経過する時点）で当該流入路に対する青信号時間の終了時点（打ち切りタイミング）とするように信号制御パラメータを決定することにより、当該流入路（交差点）での交通処理能力を向上（最適化）することができる。

[0021] （２）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記台数算出部で算出する前記所定時間当たりの車両台数の最大値を特定する最大値特定部を備え、前記決定部は、前記青信号の開始時点から、前記台数算出部で算出する前記所定時間当たりの車両台数が前記最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間を前記流入路に対する青信号時間として決定するようにしてある。

[0022] 最大値特定部は、台数算出部で算出する所定時間当たりの車両台数の最大値を特定する。すなわち、最大値特定部は、青信号の開始以降、単位時間内の捌け率が徐々に増加する場合の最大点（最大値）を特定する。決定部は、当該流入路に対する青信号の開始時点から、台数算出部で算出する車両台数が最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間を当該流

入路に対する青信号時間として決定する。

[0023] すなわち、当該流入路に対する青信号の開始以降、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する所定時点を青信号の打ち切りタイミングであると判定して当該流入路に対する青信号時間を決定する。これにより、当該流入路に対する青信号を、交通処理能力が低下する前に終了させることができるので交通処理能力を最適化することができる。

[0024] （３）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記決定部は、前記交差点で対向する一方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が前記所定時点以降で減少する場合に、他方の流入路に対する青信号時間を決定する前に、前記一方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が再度増加するときは、双方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が前記最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間に基づいて青信号時間を決定するようにしてある。

[0025] 決定部は、交差点で対向する一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が所定時点以降で減少する場合に、他方の流入路に対する青信号時間を決定する前に、一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が再度増加するときは、双方の流入路で所定時間当たりの車両台数が最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間に基づいて青信号時間を決定する。

[0026] 一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が所定時点以降で減少する場合とは、例えば、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する所定時点以降、さらに減少を続ける場合である。他方の流入路に対する青信号時間を決定する前とは、例えば、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する所定時点を経過する前、すなわち未だ青信号時間を決定する前である。すなわち、交差点で対向する一方の流入路の捌け率が最大点から低下し、捌け率最大時間を経過したと判断された場合に、他方の流入路において捌け率最大時間を経過したと判断される前に、一方の流入路の捌け率の再上昇による回復が見られるときは、再度双方の流入路における捌け率最大時間に基づいて、青信号時間を決定する。これにより、一方の流入路において一旦捌け率が最

大値から減少した後に再度増加するような交通状況であっても、双方の捌け率の最大値からの減少を判定することができるので、青信号を適切に打ち切ることができる。

[0027] （４）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記交差点の複数の現示のうち、予め定められている一の現示のスプリット及び該一の現示に対して前記決定部で決定した青信号時間に基づいて、前記一の現示を除く他の現示の青信号時間を算出する現示時間算出部を備える。

[0028] 現示時間算出部は、交差点の複数の現示のうち、予め定められている一の現示（指定現示）のスプリット及び当該一の現示に対して決定部で決定した青信号時間に基づいて、当該一の現示を除く他の現示の青信号時間を算出する。例えば、交差点の一方の対向する流入路の現示を、現示１（左折直進右折）、現示２（右折）とし、他方の対向する流入路の現示を、現示３（左折直進右折）、現示４（右折）とする。現示１が予め定められている指定現示であるとし、指定現示の指令スプリットを５０％とする。また、現示１、２、３、４に対して決定部で決定した青信号時間をそれぞれ６０秒、１２秒、３６秒、１０秒とする。また、指定現示は、予め人的に設定するものでもよく、現示に対応する流入路の渋滞がある方向や交通量の多い現示に切り替える（自動選択）でもよい。自動選択の場合で、複数現示が条件を満たした場合、それぞれの現示スプリットに対応するサイクルを比較し、交差点処理能力が最大となるサイクルを選択することも考えられる。

[0029] 現示１の指定スプリットが５０％であるので、サイクル長は、１２０秒となる（サイクル長に対する現示１の青信号時間６０秒の割合を５０％としなればならないので、サイクル長は１２０秒としなければならない）。決定部は、現示１の青信号時間に一旦決定した現示２、現示３及び現示４の青信号時間を加えた値が１２０秒になるように、現示２、現示３及び現示４それぞれの青信号時間を決定する。例えば、サイクル長を１２０秒とすべく余剰秒数を加える場合には、青信号時間が最も不足している現示に割り当てることができる。これにより、予め定められた現示のスプリット（指令スプリット

）を遵守することができる。上記のような予め与えられたスプリットに基づくことなく、指定された現示の最大捌け率で青時間を決定し、その結果サイクルを求める（サイクルは現示青時間の副産物）方法も考えられる。

[0030] （５）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記決定部は、複数の交差点で構成され、同一サイクル長で制御される系統区間の各交差点の流入路に対する青信号時間を決定するようにしてあり、前記決定部で決定した各交差点の流入路に対する青信号時間に基づいて各交差点のサイクル長を算出するサイクル長算出部を備え、前記決定部は、前記サイクル長算出部で算出したサイクル長のうち最大のサイクル長を前記系統区間のサイクル長として決定するようにしてある。

[0031] 決定部は、複数の交差点で構成され、同一サイクル長で制御される系統区間の各交差点の流入路に対する青信号時間を決定する。サイクル長算出部は、決定部で決定した各交差点の流入路に対する青信号時間に基づいて各交差点のサイクル長を算出する。サイクル長の算出は、各現示の青信号時間を合計すればよい。決定部は、サイクル長算出部で算出したサイクル長のうち最大のサイクル長を系統区間のサイクル長として決定する。

[0032] 例えば、系統区間の交差点をＣ１、Ｃ２、Ｃ３とし、交差点Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３について、サイクル長算出部が算出したサイクル長がそれぞれ１２０秒、１４０秒、１６０秒とする。決定部は、系統区間の各交差点のサイクル長を最大値である１６０秒に決定する。１つの系統制御系を構成する信号機群には共通のサイクル長を与える必要があり、捌け率に基づいて交通処理能力が最適化された青信号時間を用いた共通のサイクル長を求めることができる。

[0033] （６）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記複数の交差点のうち前記最大のサイクル長が算出された交差点以外の他の交差点のサイクル長と前記最大のサイクル長との差分に応じて前記他の交差点の流入路に対する青信号時間を補正する青信号時間補正部を備える。

[0034] 青信号時間補正部は、複数の交差点のうち最大のサイクル長が算出された

交差点以外の他の交差点のサイクル長と最大のサイクル長との差分に応じて他の交差点の流入路に対する青信号時間を補正する。

[0035] 例えば、交差点Ｃ１のサイクル長を１２０秒から最大のサイクル長である１６０秒に変更するとする。差分は４０秒となる。交差点Ｃ１の現示を、現示１、現示２、現示３、現示４とし、現示１～４の青信号時間（補正前の青信号時間）をそれぞれ、６０秒、２０秒、３０秒、１０秒（固定秒数）とする。青信号時間補正部は、差分を補正前の青信号時間の比率に応じて再配分することにより、青信号時間を補正する。補正後の現示１～４の青信号時間は、例えば、８０秒、３０秒、４０秒、１０秒（固定秒数）となる。これにより、共通のサイクル長を用いる系統制御を行う場合に、捌け率に基づいて交通処理能力が最適化された青信号時間を提供することができる。

[0036] （７）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記複数の交差点に対して予め定められた指定サイクル長を取得するサイクル長取得部と、前記複数の交差点の流入路のいずれかで渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生しているか否かを判定する渋滞判定部と、該渋滞判定部で渋滞及び飽和状態が発生していないと判定した場合、前記取得部で取得した指定サイクル長又は前記決定部で決定したサイクル長のいずれか一方を選択する選択部とを備える。

[0037] サイクル長取得部は、複数の交差点に対して予め定められた指定サイクル長を取得する。指定サイクル長は、例えば、交通管制センタ等で算出され、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御により算出されたサイクル長とすることができる。渋滞判定部は、複数の交差点の流入路のいずれかで渋滞又は飽和状態（例えば、渋滞ではないが交通需要が交通処理量の状態）の少なくとも一方が発生しているか否かを判定する。選択部は、渋滞判定部で渋滞及び飽和状態が発生していないと判定した場合、取得した指定サイクル長又は決定部で決定したサイクル長のいずれか一方を選択する。

[0038] 系統区間に渋滞及び飽和状態が発生していない場合には、渋滞交差点での交通処理能力を最大化するよりも交通流の円滑化が求められる。そして、渋

滞が発生していない場合には、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御により算出されたサイクル長により交通流の円滑化が図られていると考えられるので、指定サイクル長又は決定部で決定したサイクル長のいずれか一方を選択することができる。

[0039] （８）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記選択部は、前記渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、前記決定部で決定したサイクル長を選択するようにしてある。

[0040] 選択部は、渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、決定部で決定したサイクル長を選択する。系統区間に渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生している場合には、渋滞交差点での交通処理能力を最大化する必要があるので、捌け率に基づいて決定されたサイクル長を選択することにより、渋滞交差点の交通処理能力を向上させることができる。

[0041] （９）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、前記サイクル長算出部で算出した各交差点のサイクル長が所定条件を充足する複数の交差点があるとき、該複数の交差点を新たな系統区間として設定する系統区間設定部を備える。

[0042] 系統区間設定部は、渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、サイクル長算出部で算出した各交差点のサイクル長が所定条件を充足する複数の交差点があるとき、複数の交差点を新たな系統区間として設定する。所定条件とは、サイクル長の差分が所定の閾値以下とすることができる。

[0043] 例えば、隣接する交差点の一方の交差点Ｃ１のサイクル長が１２０秒、他方の交差点Ｃ２のサイクル長が１３０秒とし、閾値を１０秒とすると、交差点Ｃ１、Ｃ２のサイクル長は、所定条件を充足するので、交差点Ｃ１、Ｃ２を同じ系統区間として設定する。系統区間に渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生している場合、渋滞交差点では交通処理能力の最大化が求められ

る。しかし、同じ系統区間として各交差点に対して同一のサイクル長を設定した場合、渋滞が発生していない交差点では、却って不必要な待ち時間が発生する可能性がある。このため、系統区間を再構築することにより、交通処理能力の最大化が求められる交差点を同じ系統区間として設定することができる。

[0044] （１０）本発明の実施の形態に係る信号制御装置は、前記台数特定部は、前記第１時点から第２時点までの時間差が異なる複数の時間差それぞれに対して車両台数を特定するようにしてあり、前記台数算出部は、前記複数の時間差それぞれに対して前記所定時間当たりの車両台数を算出するようにしてあり、前記決定部は、前記複数の時間差それぞれに対して前記台数算出部で算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定するようにしてある。

[0045] 台数特定部は、第１時点から第２時点までの時間差が異なる複数の時間差それぞれに対して車両台数を特定する。台数算出部は、複数の時間差それぞれに対して所定時間当たりの車両台数を算出する。第１時点から第２時点までの単位時間ｐ（秒）とすると、単位時間ｐ１（例えば、１０秒）及び単位時間ｐ２（例えば、１１秒）とすることができる。例えば、台数算出部は、単位時間ｐ１内の捌け率及び単位時間ｐ２内の捌け率を算出する。

[0046] 決定部は、複数の時間差それぞれに対して台数算出部で算出した所定時間当たりの車両台数に基づいて交差点での信号制御パラメータを決定する。例えば、決定部は、台数算出部で算出した単位時間ｐ１内の捌け率が最大点から低下し、かつ単位時間ｐ２内の捌け率が最大点から低下する時点で当該流入路に対する青信号時間の終了時点（打ち切りタイミング）とするように信号制御パラメータを決定する。単位時間ｐが異なることにより、捌け率の変化が異なるので、複数の単位時間内の捌け率を求めることにより、交通処理能力の低下を精度良く見極めることが可能となる。

[0047] ［本願発明の実施形態の詳細］

以下、本発明に係る信号制御装置、コンピュータプログラム、記録媒体及

び信号制御方法の実施の形態を示す図面に基づいて説明する。図１は本実施の形態の信号制御装置１００の構成の一例を示すブロック図である。信号制御装置１００は、装置全体を制御するＣＰＵ１０、交通量取得部１１、通信インタフェース１２、車両台数特定部１３、車両台数算出部１４、決定部１５、記憶部１６、現示時間算出部１７、サイクル長算出部１８、青信号時間補正部１９、渋滞判定部２０、選択部２１、系統区間設定部２２などを備える。

[0048] 信号制御装置１００は、交差点付近に設置された交通信号制御機に組み込むこともでき、あるいは交通管制センタ等に設置されるサーバとして構成することもできる。

[0049] 図２は本実施の形態の信号制御装置１００が信号制御する交差点の一例を示す模式図である。図２に示すように、交差点には、複数の流入路ｍ（ｍ＝１、２、３、４）が流入している。流入路ｍ＝１、ｍ＝３はお互いに対向する流入路であり、流入路ｍ＝１、ｍ＝３に対して信号灯器２０１が設けられ、流入路ｍ＝２、ｍ＝４はお互いに対向する流入路であり、流入路ｍ＝２、ｍ＝４に対して信号灯器２０２が設けられている。各流入路は、車線ｎ（ｎ＝１、２）の片側２車線であるが、車線数は図２の例に限定されるものではない。なお、交差点の形状は、図２の例に限定されるものではなく、三差路、五差路等であってもよい。また、図２は左側通行の場合の一例であり、右側通行の場合は車線が左右逆になる。

[0050] 交差点の流入部には車両感知器（不図示）が設置されている。車両感知器は、超音波感知器、あるいは画像感知器等であり、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置（例えば、停止線、又は交差点より数十メートル上流の地点など）を通過する車両台数（交通量）、占有率などの感知情報を算出し、算出した感知情報を信号制御装置１００へ送信する。なお、車両台数（交通量）は、交差点を通過する車両からプローブデータをリアルタイムに取得することもできる。同時に、このプローブデータを用いて、捌け率を求めることもできる。

[0051] 交通量取得部１１は、台数取得部としての機能を有し、交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する。所定車線は、流入路に車線が複数ある場合、任意の１車線でよく、例えば、代表的な車線でもよく、右折専用車線又は左折専用車線などの専用車線でもよい。また、所定車線は、全車線でもよい。所定位置は、交差点手前の停止線又は交差点から所要距離（例えば、数十ｍ上流）の地点とすることができる。

[0052] 通信インタフェース１２は、信号制御装置１００を交通信号制御機に組み込む場合、交通管制センタのサーバ等から、交通信号制御機の信号制御パラメータなどを含む信号情報を受信する。なお、信号制御装置１００を交通管制センタのサーバに組み込む場合には、通信インタフェース１２は、交差点付近に設置された交通信号制御機との通信インタフェースとして機能する。

[0053] 車両台数特定部１３は、台数特定部としての機能を有し、流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に所定位置を通過する車両台数を、第２時点を当該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する。第１時点から第２時点までの時間を、単位時間ｐ（秒）とも称する。単位時間ｐは、例えば、１０秒とすることができるが、これに限定されず、例えば、１１～３０秒程度とすることもできる。第２時点の更新周期をＮ（秒）で表すと、車両台数特定部１３は、Ｎ（秒）の都度、過去ｐ（秒）間に所定位置（例えば、停止線）を通過する車両台数を特定する。更新周期Ｎは、例えば、１秒とすることができるが、１秒に限定されるものではなく、例えば、２～５秒のいずれかとすることもできる。

[0054] 車両台数算出部１４は、台数算出部としての機能を有し、第２時点を更新する都度、車両台数特定部１３で特定した車両台数に基づいて所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する。所定時間は、例えば、１秒とすることができるが、１時間等でもよい。所定時間当たりの車両台数は、捌け率とも称する。すなわち、車両台数算出部１４は、単位時間ｐ内の捌け率（台／秒）を更新周期Ｎで繰り返し算出する。以下の説明では、簡便のため捌け率という文言を主に使用する。

[0055] 次に、捌け率の算出方法について説明する。図３は交差点の流入路の青信号開始以降の累積交通量の一例を示す説明図である。図３は流入路ｍ（ｍ＝１～４）の車線ｎ（ｎ＝１～２）の累積交通量を示す。横軸は青信号開始からの経過時間（秒）を示し、縦軸は累積交通量を示す。現在の時刻を第２時点（時刻ｔ）とし、第２時間から過去一定の単位時間ｐの時点を第１時点（時刻（ｔ－ｐ））とする。

[0056] 流入路ｍの車線ｎの単位時間内の捌け率をＦＲ（ｍ、ｎ）で表すと、捌け率ＦＲ（ｍ、ｎ）＝｛時刻（ｔ－ｐ）から時刻ｔまでの間の交通量（車両台数）｝／単位時間ｐという式で算出することができる。車両台数算出部１４は、単位時間内の捌け率ＦＲ（ｍ、ｎ）を更新周期Ｎ（例えば、１秒）で繰り返し算出する。

[0057] 流入路ｍの平均捌け率ＦＲ－ａｖｅ（ｍ）は、２車線の場合には、ＦＲ（ｍ、１）及びＦＲ（ｍ、２）の平均で求めることができ、３車線の場合には、ＦＲ（ｍ、１）、ＦＲ（ｍ、２）及びＦＲ（ｍ、３）の平均で求めることができる。

[0058] 流入路ｍの最大捌け率ＦＲ－ｍａｘ（ｍ）は、２車線の場合には、ＦＲ（ｍ、１）及びＦＲ（ｍ、２）の最大値であり、３車線の場合には、ＦＲ（ｍ、１）、ＦＲ（ｍ、２）及びＦＲ（ｍ、３）の最大値である。

[0059] 流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ）は、流入路ｍの平均捌け率ＦＲ－ａｖｅ（ｍ）でもよく、あるいは流入路ｍの最大捌け率ＦＲ－ｍａｘ（ｍ）でもよい。いずれを選択するかは、交通管理者が決定することができる。

[0060] 決定部１５は、車両台数算出部１４で算出した単位時間内の捌け率（所定時間当たりの車両台数）に基づいて交差点での信号制御パラメータを決定する。車両台数算出部１４が更新周期Ｎの都度、算出する捌け率が増加している時間帯では、交差点での交通処理能力が増加している。捌け率が最大点（最大値）に到達した時間帯では、交通処理能力も最大となっている。しかし、捌け率が最大点から減少する時間帯では、交通処理能力も最大の状態から徐々に低下していると考えられる。

[0061] 決定部１５は、車両台数算出部１４で算出した単位時間内の捌け率（流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ））が最大点から低下する時点（最大点を経過する時点）で当該流入路ｍに対する青信号時間の終了時点（打ち切りタイミング）とするように信号制御パラメータを決定することにより、当該流入路（交差点）での交通処理能力を向上（最適化）することができる。

[0062] 次に、流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ）が最大点を経過する時点の算出方法に説明する。第１算出方法は、車両台数算出部１４で算出した単位時間内の捌け率（流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ））を直接採用する方法である。

[0063] 図４は本実施の形態の信号制御装置１００による流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ）が最大点を経過する時点の算出方法を示す説明図である。図４において、横軸は青信号開始からの経過時間（秒）を示し、縦軸は単位時間内の捌け率を示す。車両台数算出部１４は、最大値特定部としての機能を有し、更新周期Ｎの都度、繰り返し算出する流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ）の最大値を特定する。すなわち、車両台数算出部１４は、青信号の開始以降、単位時間内の捌け率が徐々に増加する場合の最大点（最大値）を特定する。

[0064] 図４に示すように、単位時間内の捌け率が最大値から更新周期Ｎの都度、所定秒数（例えば、５～１０秒）減少した時点（減少する所定時点）、あるいは所定回数の更新の都度減少した時点（減少する所定時点）を、最大点を経過した時点とする。最大点を経過した時点をＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）で表すとする。図４に示すように、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）は、捌け率が最大点である時刻のうち最後の時点ｔ１でもよく、捌け率が最大点である時刻のうち最後の時点ｔ１から所定秒数（例えば、５～１０秒）だけ経過した時点ｔ２でもよい。

[0065] 決定部１５は、流入路ｍに対する青信号の開始時点から、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）までの時間を流入路ｍに対する青信号時間として決定する。

[0066] すなわち、当該流入路に対する青信号の開始以降、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する時点を青信号の打ち切りタイミングであると判定

して当該流入路に対する青信号時間を決定する。これにより、当該流入路に対する青信号を、交通処理能力が低下する前に終了させることができるので交通処理能力を最適化することができる。

[0067] 第２算出方法は、車両台数算出部１４で算出した単位時間内の捌け率（流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ））及び一定期間の統計を併用する方法である。まず、算出された単位時間内の捌け率（流入路ｍの捌け率ＦＲ（ｍ））を、ある時間帯（例えば、平日の午前７時台、午前８時台、午後６時台の如く）について過去一定日間分（例えば、５日分など）を収集し統計処理する。すなわち、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）のある時間帯の一定日間分の統計値を統計時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｓｔａ（ｍ）とする。また、第１算出方法で算出した最大点を経過した時点を便宜上、実測時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｒｅａｌ（ｍ）で表すとする。

[0068] 第２算出方法では、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）は、実測時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｒｅａｌ（ｍ）と統計時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｓｔａ（ｍ）とを所定割合で加重和して算出する。すなわち、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）＝α×実測時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｒｅａｌ（ｍ）＋（１－α）×統計時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｓｔａ（ｍ）という式で算出する。なお、統計データを蓄積する場合、月、天候等に応じて区分して蓄積することにより、精度向上を期待することができる。

[0069] 第３算出方法は、一定期間の統計値のみを採用する方法である。すなわち、第３算出方法は、第２算出方法で算出した統計時点ＦＲ－ｐｅａｋ－ｓｔａ（ｍ）を、最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）とする方法である。なお、この場合、精度を向上させるため、過去一定日間分（例えば、５日分など）ではなく、過去数週間単位の統計として収集することができる。また、統計データを蓄積する場合、月、天候等に応じて区分して蓄積することにより、精度向上を期待することができる。

[0070] 図５は本実施の形態の信号制御装置１００により交通処理能力が最適化される様子の一例を示す説明図である。図５において、横軸は青信号開始から

の経過時間（秒）を示し、縦軸は単位時間内の捌け率（台／秒）及び累積交通量（台）を示す。図５中、累積交通量及び捌け率をプロットしている。従来のＭＯＤＥＲＡＴＯ制御（例えば、現示負荷率に依拠する制御）に基づくサイクル長が１８０秒であり、交差点で対応する一方の流入路のスプリットを５０％（青信号時間：９０秒）とし、他方の流入路のスプリットを５０％（青信号時間：９０秒）とする。この場合に、交通量の変動により、図５に示すように、累積交通量が変化したとする。図５には、本実施の形態の信号制御装置１００が算出した単位時間（１０秒）内の捌け率も図示している。図５に示すように、捌け率は、青信号の開始以降、徐々に増加し、青信号開始から約２０秒経過した時点で最大点（最大値）となる。その後、青信号開始から約７０秒経過するまでの間、捌け率は最大点を維持している。青信号開始から約７０秒経過した後は、捌け率は徐々に減少している。このことから、当該流入路については、青信号の開始から約７０秒経過した時点で青信号の打ち切ることにより、交通処理能力を最大化（最適化）することができる。

[0071] 次に、現示対応流入路の捌け率最大時間の算出について説明する。捌け率最大時間は、捌け率が最大点を経過した時点ＦＲ－ｐｅａｋ（ｍ）である。まず、捌け率最大時間を直接採用する場合について説明する。

[0072] 図６は単独交差点の流入路と現示構成の一例を示す説明図である。図６に示すように、各流入路の方向を、方向１１、方向１２、方向２１、方向２２とする。交差点で対向する一方の方向１１及び方向１２に対する現示が、現示１、現示２であり、交差点で対向する他方の方向２１、２２に対する現示が、現示３、現示４となっている。

[0073] 各現示には、最小保証秒数（例えば、横断歩道を横断する歩行者のための安全秒数）と最大限度秒数（交差点の立地条件による）とからなる実現範囲秒数が設定されており、各現示は、この範囲内で変動することができる。なお、最大限度秒数は、信号制御で運転者や歩行者の待ち時間などを考慮した運用上の限度秒数として設定されていることが多い。

[0074] 図７は本実施の形態の信号制御装置１００による単独交差点での制御パラメータの決定例を示す説明図である。図７に示す制御パラメータは、図６に示す交差点について算出されたものである。まず、現示１について説明する。現示１に対応する捌け率最大時間は、方向１１の捌け率最大時間及び方向１２の捌け率最大時間の最大値で求めることができる。例えば、方向１１の捌け率最大時間を６０秒とし、方向１２の捌け率最大時間を５３秒とすると、現示１に対応する捌け率最大時間は、６０秒となる。ここで、６０秒は実現範囲内であるので、そのまま採用することができる。

[0075] 同様に、現示２に対応する捌け率最大時間は、方向１１の右折車線の捌け率最大時間及び方向１２の右折車線の捌け率最大時間の最大値で求めることができる。例えば、方向１１の右折の捌け率最大時間を２１秒とし、方向１２の右折の捌け率最大時間を２３秒とすると、現示２に対応する捌け率最大時間は、２３秒となる。ここで、２３秒は実現範囲外であるので、最大限度秒数である２０秒まで短縮され、短縮された２０秒が採用される。

[0076] このように、決定部１５は、流入路に対する青信号時間を決定する場合、青信号時間が最大限度秒数を超えるときは、最大限度秒数を青信号時間として決定する。最大限度秒数は、例えば、交差点の立地条件等により定められ、無駄な青時間を回避するための最大秒数である。これにより、無駄な青時間を回避することができる。

[0077] 現示３に対応する捌け率最大時間は、方向２１の捌け率最大時間及び方向２２の捌け率最大時間の最大値で求めることができる。例えば、方向２１の捌け率最大時間を２２秒とし、方向２２の捌け率最大時間を２９秒とすると、現示３に対応する捌け率最大時間は、２９秒となる。ここで、２９秒は実現範囲外であるので、最小保証秒数である３０秒まで引き上げられ、引き上げられた３０秒が採用される。

[0078] このように、決定部１５は、流入路に対する青信号時間を決定する場合、青信号時間が最小保証秒数未満であるときは、最小保証秒数を青信号時間として決定する。最小保証秒数は、例えば、横断歩道を横断する歩行者のため

の安全秒数である。これにより、横断歩道を横断する歩行者のための安全秒数を確保することができる。

[0079] また、上述のように、決定部１５は、交差点で対向する一方の流入路に対する青信号時間及び他方の流入路に対する青信号時間が異なる場合、長い方を青信号時間として決定する。例えば、一方の流入路に対する青信号時間が短く、他方の流入路に対する青信号時間が長い場合に、短い方を青信号時間として決定すると、他方の流入路の交通処理能力が最大となる前に青信号が打ち切られることになり、当該現示での交通処理能力を向上させることができない。長い方を青信号時間として決定することにより、交差点で対向する流入路の現示に対する交通処理能力を向上させることができる。

[0080] 下現示４は、１０秒固定として与えられているので、そのまま１０秒が採用される。単独交差点の場合、他の交差点との系統を考慮する必要がないので、上述の方式で現示の捌け率最大時間（青信号時間）を算出することができる。

[0081] 次に、捌け率最大時間を交通管制センタ等による信号制御指令に反映する場合について説明する。図８は信号制御指令が与えられた単独交差点の流入路と現示構成の一例を示す説明図である。交差点の構成は、図６の例と同様である。図８に示すように、信号制御指令として、現示１～４に対して、それぞれ指令スプッリト５０％、１０％、３０％、１０％が与えられている。

[0082] 図９は本実施の形態の信号制御装置１００により決定された制御パラメータの一例を示す説明図である。図９に示す制御パラメータは、図８に示す交差点について算出されたものである。まず、信号制御装置１００により決定された制御パラメータは、図７の例と同様であるとする。すなわち、現示１、現示２、現示３及び現示４に対応する捌け率最大時間は、それぞれ６０秒、２０秒、３０秒及び１０秒であるとする。

[0083] 補正前秒数は、各現示に対して決定（算出）された捌け率最大時間を、指令スプリットに応じて再計算したものである。指定された現示を「現示１」とする。指定された現示とは、例えば、負荷率最大による結果でもよく、交

通管理者による固定設定、時刻により変化する設定、渋滞などによる自動判定などいずれでもよく、当該スプリットを必ず遵守しなければならない現示である。現示１が指定された現示であるので、現示１に対する捌け率最大時間６０秒が現示１の指令スプリット５０％となるようにする必要がある。すなわち、サイクル長を１２０秒とすると現示１のスプリットが５０％となる。この場合、現示１の補正前秒数は６０秒となる。

[0084] 他の現示２、現示３、現示４の指令スプリットが１０％、３０％、１０％（ただし、１０秒固定）であるので、各スプリットにサイクル長１２０を乗算することにより、現示２、現示３、現示４の補正前秒数は、１２秒、３６秒、１０秒（固定）となる。ここで、現示４については、指令スプリットに従えば捌け率最大時間を１２秒とすべきところ、固定の１０秒であるので、余剰秒数（２秒）が生じる。このため、余剰秒数（２秒）を、いずれかの現示に割り当てる必要がある。

[0085] 補正後秒数は、余剰秒数（２秒）を現示に割り当てた後の秒数である。図９の例では、捌け率最大時間が最も短い現示２に対して割り当てることにより、現示２の補正前秒数１２秒を補正後秒数１４秒としている。補正後秒数では、サイクル長が１２０秒となっている。

[0086] 上述のように、現示時間算出部１７は、交差点の複数の現示のうち、予め定められている一の現示（指定された現示）のスプリット及び当該一の現示に対して決定部１５で決定した青信号時間に基づいて、当該一の現示を除く他の現示の青信号時間を算出する。

[0087] 例えば、交差点の一方の対向する流入路の現示を、現示１（左折直進右折）、現示２（右折）とし、他方の対向する流入路の現示を、現示３（左折直進右折）、現示４（右折）とする。現示１が予め定められている指定現示であるとし、指定現示１の指令スプリットを５０％とする。また、現示１、２、３、４に対して決定部１５で決定した青信号時間をそれぞれ６０秒、１２秒、３６秒、１０秒とする。また、指定現示は、予め人的に設定するものでもよく、現示に対応する流入路の渋滞がある方向や交通量の多い現示に切り

替える（自動選択）でもよい。自動選択の場合で、複数現示が条件を満たした場合、それぞれの現示スプリットに対応するサイクルを比較し、交差点処理能力が最大となるサイクルを選択することも考えられる。

[0088] 現示１の指令スプリットが５０％であるので、サイクル長は、１２０秒となる（サイクル長に対する現示１の青信号時間６０秒の割合を５０％としなればならないので、サイクル長は１２０秒としなければならない）。決定部１５は、現示１の青信号時間に一旦決定した現示２、現示３及び現示４の青信号時間を加えた値が１２０秒になるように、現示２、現示３及び現示４それぞれの青信号時間を決定する。例えば、サイクル長を１２０秒とすべく余剰秒数を加える場合には、青信号時間が最も不足している現示に割り当てることができる。これにより、予め定められた現示のスプリット（指令スプリット）を遵守することができる。なお、上述のような予め与えられたスプリットに基づくことなく、指定された現示の最大捌け率で青時間を決定し、その結果サイクルを求める（サイクルは現示青時間の副産物）方法も考えられる。

[0089] なお、下限秒数などの制約による不足秒数が生じるために青信号時間（捌け率最大時間）を補正する場合には、不足する現示へ不足秒数を加算した値を指令スプリットとすることができる。この場合、サイクル長を５秒、１０秒などの倍数へのまるめ処理をするときは、負荷率が高い方向へ与えることができる。

[0090] 次に、系統制御の交差点の場合について説明する。図１０は系統制御の交差点の一例を示す模式図である。図１０に示すように、交差点Ｃ１～Ｃ６が存在しているとする。交差点Ｃ１～Ｃ３は系統区間Ａを構成し、交差点Ｃ４～Ｃ６は系統区間Ｂを構成しているとする。この場合、系統区間Ａ内の交差点Ｃ１～Ｃ３については、同一サイクル長（例えば、１５０秒）で系統制御される。同様に、別の系統区間Ｂ内の交差点Ｃ４～Ｃ６については、同一サイクル長（例えば、系統区間Ａとは異なる１２０秒）で系統制御される。

[0091] 図１１は本実施の形態の信号制御装置１００による系統制御交差点での制

御パラメータの決定例を示す説明図である。図１１に示すように、系統区間内の交差点をＣ１、Ｃ２、Ｃ３とする。交差点Ｃ１の現示１～４に対する青信号時間の従来方式（ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御など）による算出例を、それぞれ８０秒、２０秒、４０秒、１０秒とする。また、交差点Ｃ２の現示１～２に対する青信号時間の従来方式（ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御など）による算出例を、それぞれ１１０秒、４０秒とする。また、交差点Ｃ３の現示１～４に対する青信号時間の従来方式（ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御など）による算出例を、それぞれ８０秒、２０秒、４０秒、１０秒とする。各交差点Ｃ１～Ｃ３のサイクル長は１５０秒で同一になっている。

[0092] また、交差点Ｃ１の現示１～４に対する、信号制御装置１００による「捌け率による決定秒数」をそれぞれ６０秒、２０秒、３０秒、１０秒とする。また、交差点Ｃ３の現示１～４に対する、信号制御装置１００による「捌け率による決定秒数」をそれぞれ８６秒、２０秒、４４秒、１０秒とする。なお、交差点Ｃ２は、従道路の交通量が少ない交差点であるとし、信号制御装置１００による捌け率最大時間の算出処理を省略している。

[0093] 上述のように、決定部１５は、複数の交差点で構成され、同一サイクル長で制御される系統区間の各交差点の流入路に対する青信号時間を決定する。

[0094] 次に、系統制御の各交差点の制御パラメータの再計算について、系統区間に渋滞が無い場合と渋滞がある場合とに分けて説明する。まず、系統区間に渋滞がない場合について説明する。

[0095] 図１２は本実施の形態の信号制御装置１００による渋滞が無い場合の制御パラメータの算出例を示す説明図である。まず、捌け率最大時間によるサイクル長の決定について説明する。サイクル長算出部１８は、決定部１５で決定した各交差点の流入路に対する青信号時間に基づいて各交差点のサイクル長を算出する。サイクル長の算出は、各現示の青信号時間を合計すればよい。図１２の例では、捌け率による交差点のサイクル長として、交差点Ｃ１では１２０秒、交差点Ｃ３では１６０秒が算出されている。

[0096] 決定部１５は、サイクル長算出部１８で算出したサイクル長のうち最大の

サイクル長を系統区間のサイクル長として決定する。図１２の例では、捌け率による系統区間のサイクル長として、サイクル長算出部１８で算出されたサイクル長のうち最大サイクル長である１６０秒を決定している。

[0097] また、別の例で説明すれば、例えば、系統区間の交差点をＣ１、Ｃ２、Ｃ３とし、交差点Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３について、サイクル長算出部１８が算出したサイクル長がそれぞれ１２０秒、１４０秒、１６０秒とする。決定部１５は、系統区間の各交差点のサイクル長を最大値である１６０秒に決定する。

[0098] １つの系統制御系を構成する信号機群には共通のサイクル長を与える必要があり、サイクル長算出部１８により、捌け率に基づいて交通処理能力が最適化された青信号時間を用いた共通のサイクル長を求めることができる。

[0099] 次に、系統区間のサイクル長の決定について説明する。通信インタフェース１２は、サイクル長取得部としての機能を有し、複数の交差点に対して予め定められた指定サイクル長を取得する。指定サイクル長は、例えば、交通管制センタ等で算出され、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御により算出されたサイクル長とすることができる。図１２の例では、従来方式のサイクル長として、交差点Ｃ１～Ｃ３に対して１５０秒が与えられている。

[0100] 渋滞判定部２０は、複数の交差点の流入路のいずれかで渋滞が発生しているか否かを判定する。図１２の例では、渋滞がないとしている。また、渋滞判定部２０は、渋滞の有無を判定するだけでなく、渋滞の有無に代えて、飽和状態（例えば、渋滞ではないが交通需要が交通処理量の状態）の有無を判定することもできる。なお、以下の説明では、渋滞が発生しているとは、飽和状態となっている場合も含むものとする。

[0101] 選択部２１は、渋滞判定部２０で渋滞が発生していないと判定した場合、取得した指定サイクル長又は決定部１６で決定したサイクル長のいずれか一方を選択する。図１２の例では、選択するサイクル長として、ケース１、ケース２を挙げている。ケース１は、従来方式のサイクル長を選択する場合を示し、ケース２は捌け率による系統区間のサイクル長を選択する場合を示す。なお、ケース１の場合とケース２の場合とを比較して、サイクル長の長い

方を採用することもできる。また、ケース１、２のいずれの場合を採用するとしても、サイクル長の変動範囲（最小～最大）を予め交通管制システム等に登録しておき、登録された変動範囲内になるようにサイクル長を補正することができる。

[0102] 系統区間に渋滞が発生していない場合には、渋滞交差点での交通処理能力を最大化するよりも交通流の円滑化が求められる。そして、渋滞が発生していない場合には、ＭＯＤＥＲＡＴＯ制御により算出されたサイクル長により交通流の円滑化が図られていると考えられるので、指定サイクル長又は決定部１５で決定したサイクル長のいずれか一方を選択することができる。

[0103] 次に、交差点のスプリットの補正について説明する。図１３は本実施の形態の信号制御装置１００によるスプリットの補正の一例を示す説明図である。青信号時間補正部１９は、複数の交差点のうち最大のサイクル長が算出された交差点以外の他の交差点のサイクル長と最大のサイクル長との差分に応じて他の交差点の流入路に対する青信号時間を補正する。図１２で示したように、最大のサイクル長が算出された交差点はＣ３であり、他の交差点はＣ１となる。

[0104] 例えば、図１３に示すように、交差点Ｃ１のサイクル長を、捌け率による決定秒数に基づくサイクル長（捌け率による交差点のサイクル長）である１２０秒から系統区間のサイクル長（選択するサイクル長）である１６０秒に変更したとする。この場合、交差点Ｃ１のサイクル長（１２０秒）と最大のサイクル長（１６０秒）との差分は、４０秒となる。

[0105] 青信号時間補正部１９は、差分を補正前の青信号時間の比率に応じて再配分することにより、青信号時間を補正する。図１３の例では、現示４は１０秒固定であるので、差分である４０秒を、現示１～３の青信号時間６０秒、２０秒、３０秒の比率に応じて現示１～３に再配分することになる。例えば、現示１の補正後の決定秒数は、補正前の現示１の秒数（６０秒）＋差分（４０秒）×現示１の比率[６０／（６０＋２０＋３０）]で求めることができる。なお、秒数の１桁目の数値は適宜、０、５、又は１０にまるめることが

できる。補正後の現示１～４の青信号時間は、例えば、８０秒、３０秒、４０秒、１０秒（固定秒数）となる。

[0106] これにより、共通のサイクル長を用いる系統制御を行う場合に、捌け率に基づいて交通処理能力が最適化された青信号時間を提供することができる。

[0107] なお、補正後の青信号時間が、上下限秒数の範囲外になる場合には、上下限の範囲内になるようにさらに補正することができる。そこ結果、余剰分がある場合には、加算できる現示の青信号時間の比率に応じて再配分すればよい。また、不足分がある場合には、減算できる現示の青信号時間の比率に応じて再配分すればよい。また、青信号時間を補正する場合、従道路側の流入路に対しては青信号時間を与えずに主道路側の流入路に対してだけに青信号時間を与えることもできる。

[0108] 次に、系統制御の各交差点の制御パラメータの再計算について、系統区間に渋滞がある場合について説明する。図１４は系統区間に渋滞がある場合の系統区間の再構築の一例を示す模式図である。図１４に示すように、系統区間Ｄ内には交差点Ｃ１１～Ｃ１６が存在するとし、交差点Ｃ１１～Ｃ１６の捌け率による交差点のサイクル長を、それぞれ１２０秒、１３０秒、１４０秒、１１０秒、１００秒、９０秒とする。また、交差点Ｃ１２と交差点Ｃ１３の間に渋滞が発生しているとする。仮に渋滞がない場合には、系統区間Ｄのサイクル長は、指令サイクル長である１００秒、あるいは最大のサイクル長である１４０のいずれかを採用することができる。

[0109] しかし、系統区間に渋滞（渋滞交差点又は渋滞地点）がある場合、渋滞交差点では交通処理能力の最大化が求められ、同時に渋滞がない箇所又は区間では、交通の円滑化が求められる。従来の制御方式で形成された系統区間では、渋滞交差点以外で不必要な待ち時間が生じる可能性があるため、系統区間の見直しをする必要がある。

[0110] 系統区間設定部２２は、渋滞判定部２０が系統区間内において渋滞が発生していると判定した場合、サイクル長算出部１８で算出した各交差点のサイクル長が所定条件を充足する複数の交差点があるとき、複数の交差点を新た

な系統区間として設定する。所定条件とは、サイクル長の差分が所定の閾値以下とすることができる。

[0111] 例えば、隣接する交差点の一方の交差点Ｃ１のサイクル長が１２０秒、他方の交差点Ｃ２のサイクル長が１３０秒とし、閾値を１０秒とすると、交差点Ｃ１、Ｃ２のサイクル長は、所定条件を充足するので、交差点Ｃ１、Ｃ２を同じ系統区間として設定する。

[0112] 図１４の例では、交差点Ｃ１１、Ｃ１２、Ｃ１３のサイクル長の差が閾値の１０秒以下であるので、交差点Ｃ１１、Ｃ１２、Ｃ１３を新たな系統区間Ｄ１として再構築する。また、交差点Ｃ１３とＣ１４のサイクル長の差は３０秒であり、閾値である１０秒を超えるので、交差点Ｃ１３、Ｃ１４は同じ系統区間とはせずに別個の系統区間とする。また、交差点Ｃ１４、Ｃ１５、Ｃ１６のサイクル長の差が閾値の１０秒以下であるので、交差点Ｃ１４、Ｃ１５、Ｃ１６を新たな系統区間Ｄ２として再構築する。

[0113] 系統区間に渋滞が発生している場合、渋滞交差点では交通処理能力の最大化が求められる。しかし、同じ系統区間として各交差点に対して同一のサイクル長を設定した場合、渋滞が発生していない交差点では、却って不必要な待ち時間が発生する可能性がある。このため、系統区間を再構築することにより、交通処理能力の最大化が求められる交差点を同じ系統区間として設定することができる。

[0114] 選択部２１は、渋滞判定部２０で渋滞が発生していると判定した場合、決定部１５で決定したサイクル長を選択する。図１４の例では、新たに構築された系統区間Ｄ１には、渋滞が発生しているので、系統区間Ｄ１のサイクル長として、指定サイクル長である１００秒ではなく、捌け率による交差点のサイクル長のうちの最大のサイクル長である１４０秒を採用している。

[0115] 系統区間に渋滞が発生している場合には、渋滞交差点での交通処理能力を最大化する必要があるので、捌け率に基づいて決定されたサイクル長を選択することにより、渋滞交差点の交通処理能力を向上させることができる。

[0116] 一方、新たに構築された系統区間Ｄ２には、渋滞が発生していないので、

系統区間Ｄ２のサイクル長は、指定サイクル長である１００秒、あるいは捌け率による交差点のサイクル長のうちの最大のサイクル長である１１０秒のいずれを採用してもよい。図１４の例では、指令サイクル長１００秒を採用している。

[0117] なお、指定サイクル長と、捌け率による交差点のサイクル長のうちの最大のサイクル長とを比較して、サイクル長の長い方を採用することもできる。また、いずれのサイクル長を採用するとしても、サイクル長の変動範囲（最小～最大）を予め交通管制システム等に登録しておき、登録された変動範囲内になるようにサイクル長を補正することができる。

[0118] また、交差点のスプリットの補正は、図１３の場合と同様であるので説明は省略する。

[0119] 次に、単位時間内の捌け率を算出する場合に、独立別個の単位時間を用いて捌け率を算出する例について説明する。図１５は本実施の形態の信号制御装置１００による異なる単位時間内の捌け率の算出例を示す説明図である。図１５において、横軸は青信号開始からの経過時間（秒）を示し、縦軸は単位時間内の捌け率（台／秒）及び累積交通量（台）を示す。図１５中、累積交通量、１０秒単位及び１１秒単位の捌け率をプロットしている。図１５の例は、単位時間ｐが１０秒（１０秒単位）の捌け率と、単位時間ｐが１１秒（１１秒単位）の捌け率とを同時に算出した例である。

[0120] 車両台数特定部１３は、第１時点から第２時点までの時間差が異なる複数の時間差それぞれに対して車両台数を特定する。車両台数算出部１４は、複数の時間差それぞれに対して所定時間当たりの車両台数を算出する。第１時点から第２時点までの単位時間ｐ（秒）とすると、単位時間ｐ１（例えば、１０秒）及び単位時間ｐ２（例えば、１１秒）とすることができる。すなわち、車両台数算出部１４は、単位時間ｐ１内の捌け率及び単位時間ｐ２内の捌け率を算出する。

[0121] 決定部１５は、複数の時間差それぞれに対して車両台数算出部１４で算出した単位時間内の捌け率（所定時間当たりの車両台数）に基づいて交差点で

の信号制御パラメータを決定する。例えば、決定部１５は、車両台数算出部１４で算出した単位時間ｐ１内の捌け率が最大点から低下し、かつ単位時間ｐ２内の捌け率が最大点から低下する時点で当該流入路に対する青信号時間の終了時点（打ち切りタイミング）とするように信号制御パラメータを決定する。図１５の例では、１０秒単位の捌け率と１１秒単位の捌け率の双方が最大点から減少したと見られる時点を捌け率最大時間（図１５の例では、青信号開始からの経過時間が、約４５秒）として決定する。

[0122] 単位時間ｐが異なることにより、捌け率の変化が異なるので、複数の単位時間内の捌け率を求めることにより、交通処理能力の低下を精度良く見極めることが可能となる。

[0123] なお、捌け率の最大点（最大捌け率）を移動平均処理することにより、最大捌け率から一定の設定値を下回った回数（秒数）を越えた場合に捌け率の低下として判定することもできる。

[0124] 図１６は捌け率算出の復活の一例を示す説明図である。図１６において、横軸は青信号開始からの経過時間（秒）を示し、縦軸は単位時間内の捌け率（台／秒）及び累積交通量（台）を示す。図１６中、方向１１の累積交通量及び方向１２の累積交通量並びに方向１１の捌け率及び方向１２の捌け率をプロットしている。図７の例で説明したように、交差点で対向する各流入路のように、方向が複数ある場合の捌け率最大時間を求める場合、複数の方向の捌け率最大時間のうちの大きい方の値を採用することになる。仮に方向１１の捌け率が最大点から低下し、捌け率最大時間を経過したと判断された場合には、方向１２のみにおいて捌け率最大時間を判断することになる。このときでも、方向１２の捌け率最大時間を経過したと判断される前に、方向１１の捌け率の再上昇による回復が見られる場合、再度方向１１と方向１２の複数の方向において捌け率最大時間を判断する方法も考えられる。

[0125] すなわち、決定部１５は、交差点で対向する一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が所定時点以降で減少する場合に、他方の流入路に対する青信号時間を決定する前に、一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が再度増

加するときは、双方の流入路で所定時間当たりの車両台数が車両台数算出部１４で特定した最大値より減少する所定時点までの時間に基づいて青信号時間を決定する。

[0126] 一方の流入路で所定時間当たりの車両台数が所定時点以降で減少する場合とは、例えば、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する所定時点以降、さらに減少を続ける場合である。他方の流入路に対する青信号時間を決定する前とは、例えば、単位時間内の捌け率が最大点を経過して減少する所定時点を経過する前、すなわち未だ青信号時間を決定する前である。

[0127] 図１６では、方向１２の捌け率が青信号開始から約１２秒経過した時点で最大となり、約１６秒経過した時点から低下している。一方、方向１１の捌け率は、青信号開始から約３５秒経過した時点で最大となる。青信号開始から約３５秒経過するまでの間では、方向１１の捌け率はほぼ一貫して増加している。同時に方向１２の捌け率も上昇傾向になるように復活している。したがって、複数方向での捌け率最大時間を判定する場合で、方向１１が捌け率最大時間を経過したと判定される前であれば、方向１２についても、再度判定し、両者それぞれの捌け率が最大点から低下している時点で青信号を打ち切ることが望ましい。すなわち、一方の流入路において一旦捌け率が最大値から減少した後に再度増加するような交通状況であっても、双方の捌け率の最大値からの減少を判定することができるので、青信号を適切に打ち切ることができる。

[0128] なお、最小保証時間内（実現範囲の最小値より短い時間内）において捌け率の低下がみられる場合、再度登録ある全ての方向で捌け率最大の判定を行うこともできる。

[0129] 次に、本実施の形態の信号制御装置１００の動作について説明する。図１７及び図１８は本実施の形態の信号制御装置１００の処理手順の第１実施例を示すフローチャートである。以下では、便宜上、処理の主体をＣＰＵ１０として説明する。ＣＰＵ１０は、青信号開始であるか否かを判定し（Ｓ１１）、青信号開始でない場合（Ｓ１１でＮＯ）、ステップＳ１１の処理を続け

る。青信号開始である場合（Ｓ１１でＹＥＳ）、ＣＰＵ１０は、交通量を取得する（Ｓ１２）。

[0130] ＣＰＵ１０は、更新周期Ｎ（例えば、１秒）であるか否かを判定し（Ｓ１３）、更新周期Ｎでない場合（Ｓ１３でＮＯ）、ステップＳ１３の処理を続ける。更新周期Ｎである場合（Ｓ１３でＹＥＳ）、ＣＰＵ１０は、１車線当たりの過去ｐ秒間の車両台数を特定し（Ｓ１４）、単位時間ｐ内の捌け率を算出する（Ｓ１５）。

[0131] ＣＰＵ１０は、算出した単位時間内の捌け率と捌け率の最大点とを比較することにより、捌け率最大時間を経過したか否かを判定する（Ｓ１６）。なお、ステップＳ１４、Ｓ１５の処理は、交差点の各流入路について行う。

[0132] 捌け率最大時間を経過していない場合（Ｓ１６でＮＯ）、ＣＰＵ１０は、ステップＳ１３以降の処理を続ける。捌け率最大時間を経過した場合（Ｓ１６でＹＥＳ）、ＣＰＵ１０は、各現示の青信号時間を決定し（Ｓ１７）、交差点のサイクル長を算出する（Ｓ１８）。

[0133] ＣＰＵ１０は、指定現示の指令スプリットがあるか否かを判定し（Ｓ１９）、指定現示の指令スプリットがある場合（Ｓ１９でＹＥＳ）、指令スプリットに基づくサイクル長を算出し（Ｓ２０）、指定現示以外の現示の青信号時間を算出する（Ｓ２１）。

[0134] 指定現示の指令スプリットがない場合（Ｓ１９でＮＯ）、ＣＰＵ１０は、ステップＳ２０、Ｓ２１の処理を行うことなく、後述のステップＳ２２の処理を行う。ＣＰＵ１０は、処理を終了するか否かを判定し（Ｓ２２）、処理を終了しない場合（Ｓ２２でＮＯ）、ステップＳ１１以降の処理を繰返し、処理を終了する場合（Ｓ２２でＹＥＳ）、処理を終了する。

[0135] 図１９は本実施の形態の信号制御装置１００の処理手順の第２実施例を示すフローチャートである。ＣＰＵ１０は、系統区間に渋滞があるか否かを判定し（Ｓ３１）、渋滞がない場合（Ｓ３１でＮＯ）、系統区間の各交差点の捌け率によるサイクル長に基づいて系統区間のサイクル長を算出し（Ｓ３２）、算出したサイクル長又は指令されたサイクル長のいずれかを選択する（

Ｓ３３）。

[0136] ＣＰＵ１０は、系統区間内の交差点のサイクル長に差分があるか否かを判定し（Ｓ３４）、差分がある場合（Ｓ３４でＹＥＳ）、青信号時間を補正し（Ｓ３５）、処理を終了する。差分がない場合（Ｓ３４でＮＯ）、ＣＰＵ１０は、ステップＳ３５の処理を行うことなく、処理を終了する。

[0137] 系統区間に渋滞がある場合（Ｓ３１でＹＥＳ）、ＣＰＵ１０は、系統区間の再構築を行い（Ｓ３６）、再構築した系統区間に渋滞があるか否かを判定する（Ｓ３７）。系統区間に渋滞がない場合（Ｓ３７でＮＯ）、すなわち、渋滞がない系統区間に対しては、ＣＰＵ１０は、ステップＳ３２の処理を行う。

[0138] 系統区間に渋滞がある場合（Ｓ３７でＹＥＳ）、すなわち、渋滞がある系統区間に対しては、ＣＰＵ１０は、系統区間の各交差点の捌け率によるサイクル長に基づいて系統区間のサイクル長を決定し（Ｓ３８）、ステップＳ３４の処理を行う。

[0139] 本実施の形態の信号制御装置は、ＣＰＵ（プロセッサ）、ＲＡＭなどを備えた汎用コンピュータを用いて実現することもできる。すなわち、図１７、図１８及び図１９に示すような、各処理の手順（ＣＰＵが実行する方法のステップ）を定めたコンピュータプログラムをコンピュータに備えられたＲＡＭにロードし、コンピュータプログラムをＣＰＵ（プロセッサ）で実行することにより、コンピュータ上で信号制御装置を実現することができる。

[0140] また、図１７、図１８及び図１９に示すような、ＣＰＵが実行する方法のステップを定めたコンピュータプログラムは、コンピュータでの読み取りが可能な非一時的な記録媒体に記録することができる。

[0141] 本実施の形態によれば、捌け率最大時間を決定し、決定した信号制御パラメータを採用して交通信号制御を行うことにより、交差点での交通処理能力を最大化（最適化）することができる。

[0142] 上述の実施の形態において、簡便のため青信号時間について説明したが、実際の運用では、クリアランス時間（損失時間）である黄信号又は赤信号を

考慮することができる。

[0143] 本実施の形態に係る信号制御装置は、前記決定部は、前記流入路に対する青信号時間を決定する場合、該青信号時間が最小保証秒数未満であるときは、該最小保証秒数を青信号時間として決定するようにしてある。

[0144] 決定部は、流入路に対する青信号時間を決定する場合、青信号時間が最小保証秒数未満であるときは、最小保証秒数を青信号時間として決定する。最小保証秒数は、例えば、横断歩道を横断する歩行者のための安全秒数である。これにより、横断歩道を横断する歩行者のための安全秒数を確保することができる。

[0145] 本実施の形態に係る信号制御装置は、前記決定部は、前記流入路に対する青信号時間を決定する場合、該青信号時間が最大限度秒数を超えるときは、該最大限度秒数を青信号時間として決定するようにしてある。

[0146] 決定部は、流入路に対する青信号時間を決定する場合、青信号時間が最大限度秒数を超えるときは、最大限度秒数を青信号時間として決定する。最大限度秒数は、例えば、交差点の立地条件等により定められ、信号制御で運転者や歩行者の待ち時間などを考慮した運用上の限度秒数として設定されていることが多い。

[0147] 本実施の形態に係る信号制御装置は、前記決定部は、前記交差点で対向する一方の流入路に対する青信号時間及び他方の流入路に対する青信号時間が異なる場合、長い方を青信号時間として決定するようにしてある。

[0148] 決定部は、交差点で対向する一方の流入路に対する青信号時間及び他方の流入路に対する青信号時間が異なる場合、長い方を青信号時間として決定する。例えば、一方の流入路に対する青信号時間が短く、他方の流入路に対する青信号時間が長い場合に、短い方を青信号時間として決定すると、他方の流入路の交通処理能力が最大となる前に青信号が打ち切られることになり、当該現示での交通処理能力を向上させることができない。長い方を青信号時間として決定することにより、交差点で対向する流入路の現示に対する交通処理能力を向上させることができる。

[0149] 開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0150] １０ ＣＰＵ

１１ 交通量取得部

１２ 通信インタフェース

１３ 車両台数特定部

１４ 車両台数算出部

１５ 決定部

１６ 記憶部

１７ 現示時間算出部

１８ サイクル長算出部

１９ 青信号時間補正部

２０ 渋滞判定部

２１ 選択部

２２ 系統区間設定部

請求の範囲

[請求項1] 交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、

前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、

前記第２時点を更新する都度、前記台数特定部で特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、

該台数算出部で算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部と

を備える信号制御装置。

[請求項2] 前記台数算出部で算出する前記所定時間当たりの車両台数の最大値を特定する最大値特定部を備え、

前記決定部は、

前記青信号の開始時点から、前記台数算出部で算出する前記所定時間当たりの車両台数が前記最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間を前記流入路に対する青信号時間として決定するようにしてある請求項１に記載の信号制御装置。

[請求項3] 前記決定部は、

前記交差点で対向する一方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が前記所定時点以降で減少する場合に、他方の流入路に対する青信号時間を決定する前に、前記一方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が再度増加するときは、双方の流入路で前記所定時間当たりの車両台数が前記最大値特定部で特定した最大値より減少する所定時点までの時間に基づいて青信号時間を決定するようにしてある請求項２に記載の信号制御装置。

[請求項4] 前記交差点の複数の現示のうち、予め定められている一の現示のス

プリット及び該一の現示に対して前記決定部で決定した青信号時間に基づいて、前記一の現示を除く他の現示の青信号時間を算出する現示時間算出部を備える請求項２又は請求項３に記載の信号制御装置。

[請求項5] 前記決定部は、

複数の交差点で構成され、同一サイクル長で制御される系統区間の各交差点の流入路に対する青信号時間を決定するようにしてあり、

前記決定部で決定した各交差点の流入路に対する青信号時間に基づいて各交差点のサイクル長を算出するサイクル長算出部を備え、

前記決定部は、

前記サイクル長算出部で算出したサイクル長のうち最大のサイクル長を前記系統区間のサイクル長として決定するようにしてある請求項２から請求項４までのいずれか１項に記載の信号制御装置。

[請求項6] 前記複数の交差点のうち前記最大のサイクル長が算出された交差点以外の他の交差点のサイクル長と前記最大のサイクル長との差分に応じて前記他の交差点の流入路に対する青信号時間を補正する青信号時間補正部を備える請求項５に記載の信号制御装置。

[請求項7] 前記複数の交差点に対して予め定められた指定サイクル長を取得するサイクル長取得部と、

前記複数の交差点の流入路のいずれかで渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生しているか否かを判定する渋滞判定部と、

該渋滞判定部で渋滞及び飽和状態が発生していないと判定した場合、前記取得部で取得した指定サイクル長又は前記決定部で決定したサイクル長のいずれか一方を選択する選択部と

を備える請求項５又は請求項６に記載の信号制御装置。

[請求項8] 前記選択部は、

前記渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、前記決定部で決定したサイクル長を選択するようにしてある請求項７に記載の信号制御装置。

[請求項9] 前記渋滞判定部で渋滞又は飽和状態の少なくとも一方が発生していると判定した場合、前記サイクル長算出部で算出した各交差点のサイクル長が所定条件を充足する複数の交差点があるとき、該複数の交差点を新たな系統区間として設定する系統区間設定部を備える請求項５から請求項８までのいずれか１項に記載の信号制御装置。

[請求項10] 前記台数特定部は、

前記第１時点から第２時点までの時間差が異なる複数の時間差それぞれに対して車両台数を特定するようにしてあり、

前記台数算出部は、

前記複数の時間差それぞれに対して前記所定時間当たりの車両台数を算出するようにしてあり、

前記決定部は、

前記複数の時間差それぞれに対して前記台数算出部で算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定するようにしてある請求項１から請求項９までのいずれか１項に記載の信号制御装置。

[請求項11] コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムであって、

コンピュータを、

交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、

前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、

前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、

算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での

信号制御パラメータを決定する決定部と

して機能させるコンピュータプログラム。

[請求項12] コンピュータに信号制御させるためのコンピュータプログラムを記録したコンピュータでの読み取りが可能な非一時的な記録媒体であって、

前記コンピュータプログラムは、

コンピュータを、

交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を取得する台数取得部と、

前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回特定する台数特定部と、

前記第２時点を更新する都度、特定した車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を算出する台数算出部と、

算出した前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点での信号制御パラメータを決定する決定部と

して機能させるコンピュータでの読み取りが可能な非一時的な記録媒体。

[請求項13] 交差点に流入する流入路の所定車線の所定位置を通過する車両台数を台数取得部が取得するステップと、

前記流入路に対する青信号の開始以降の第１時点から第２時点までの間に前記所定位置を通過する車両台数を、前記第２時点を該青信号の終了まで更新しつつ複数回台数特定部が特定するステップと、

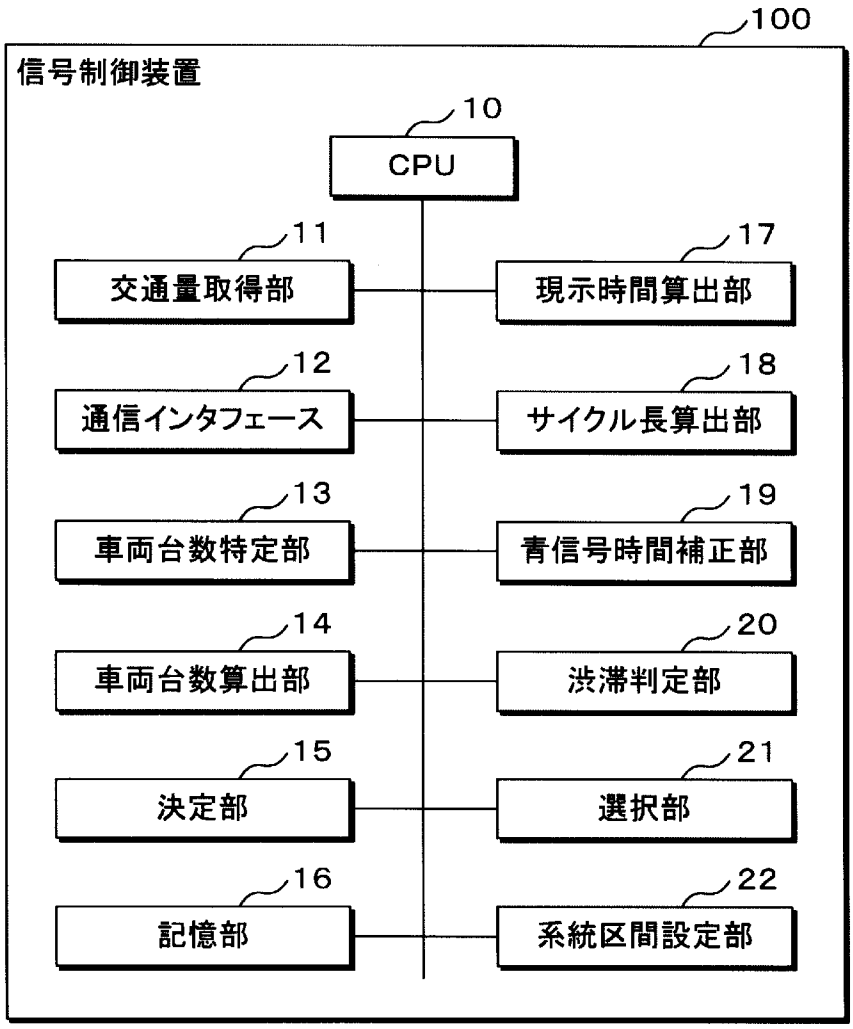
前記第２時点を更新する都度、特定された車両台数に基づいて前記所定位置を通過する所定時間当たりの車両台数を台数算出部が算出するステップと、

算出された前記所定時間当たりの車両台数に基づいて前記交差点で

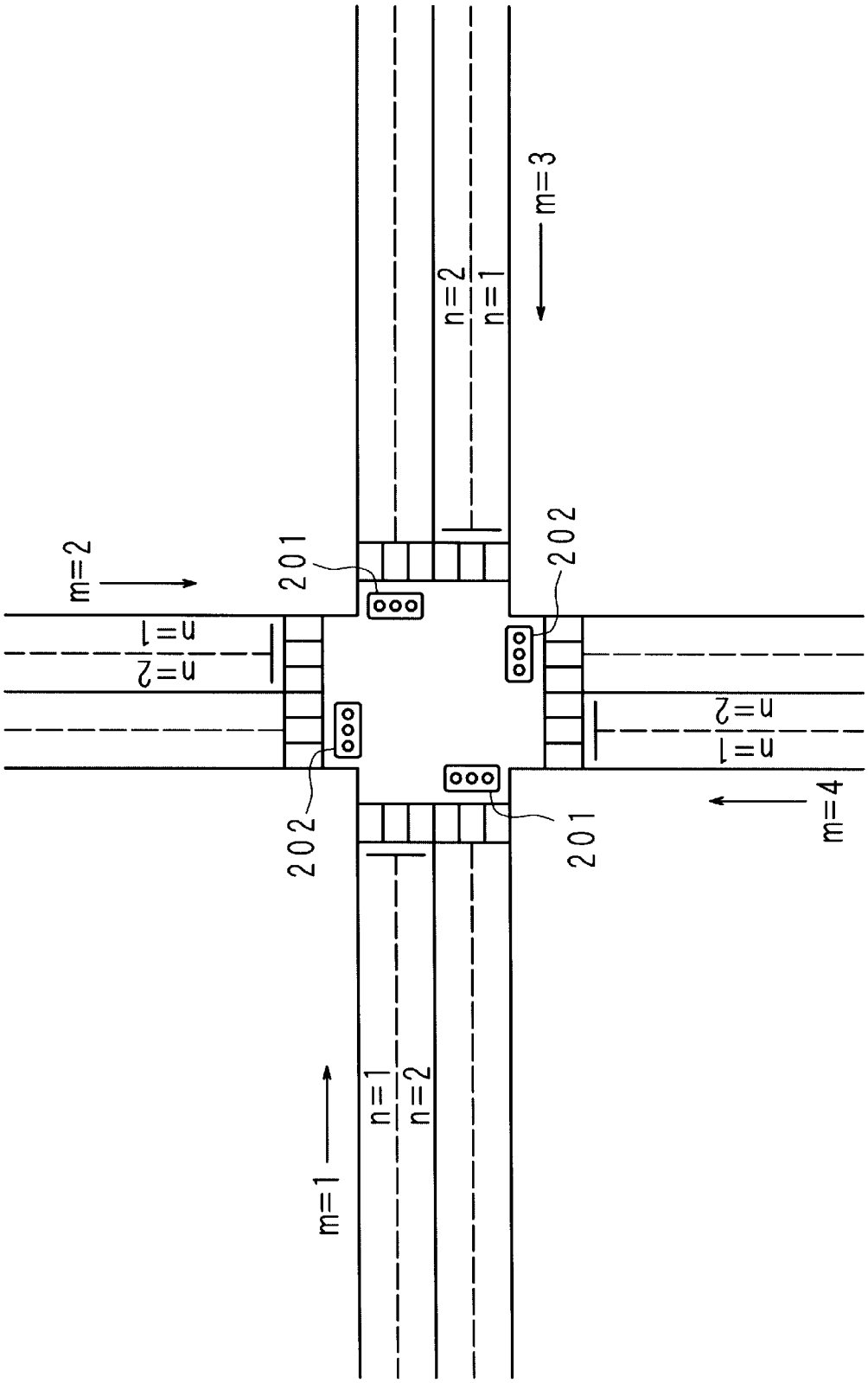
の信号制御パラメータを決定部が決定するステップと

を含む信号制御方法。

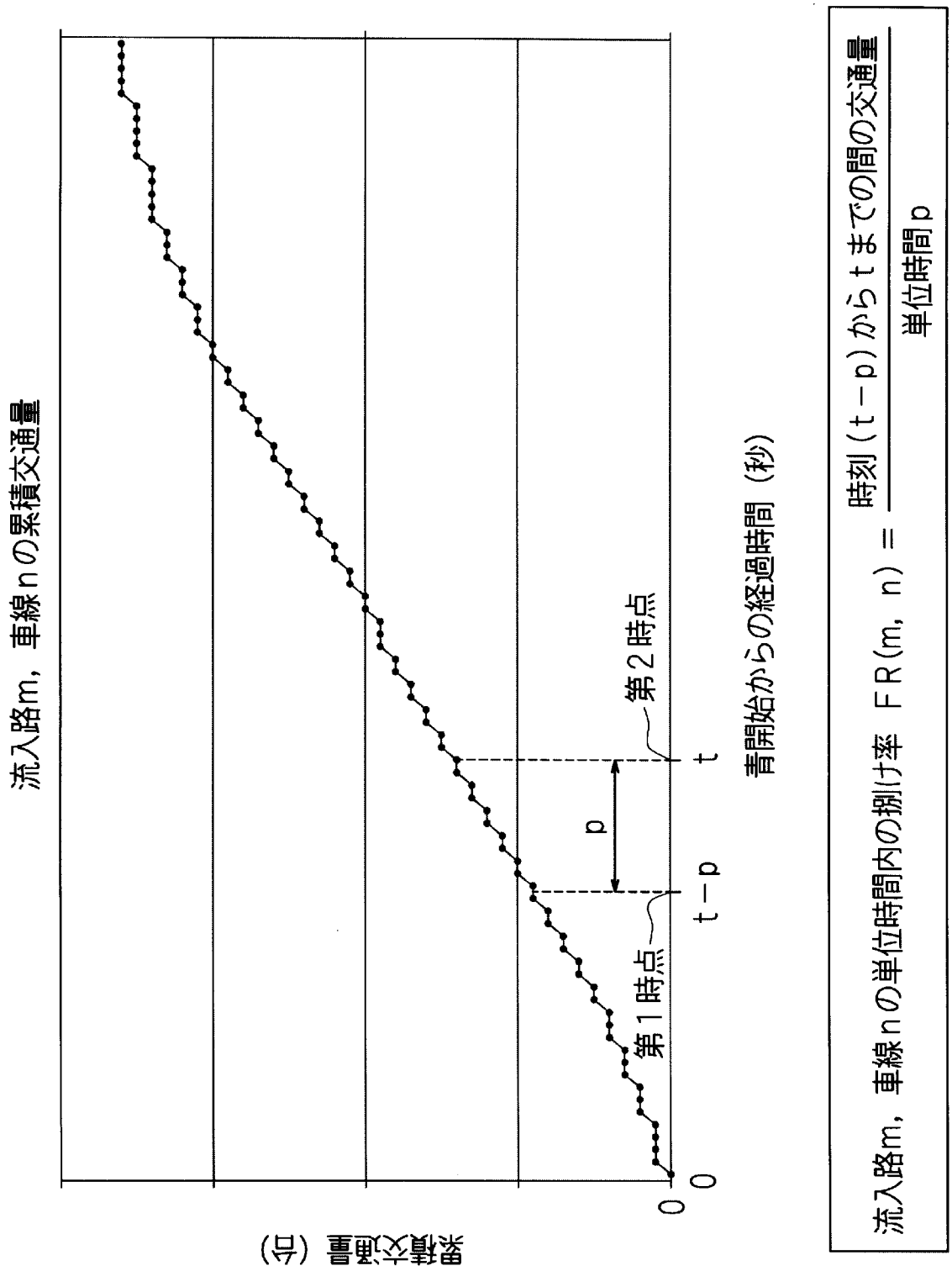
[図1]


100
信号制御装置
10
CPU
11
交通量取得部
12
通信インタフェース
13
車両台数特定部
14
車両台数算出部
15
決定部
16
記憶部
17
現示時間算出部
18
サイクル長算出部
19
青信号時間補正部
20
渋滞判定部
21
選択部
22
系統区間設定部

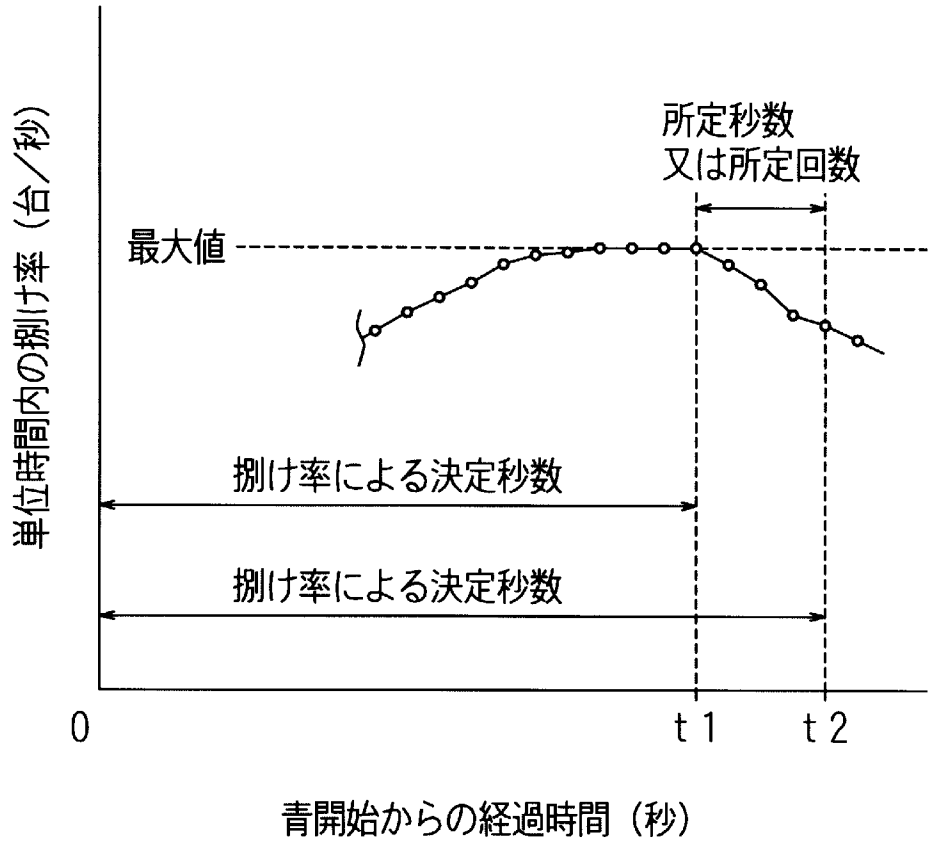
[図2]



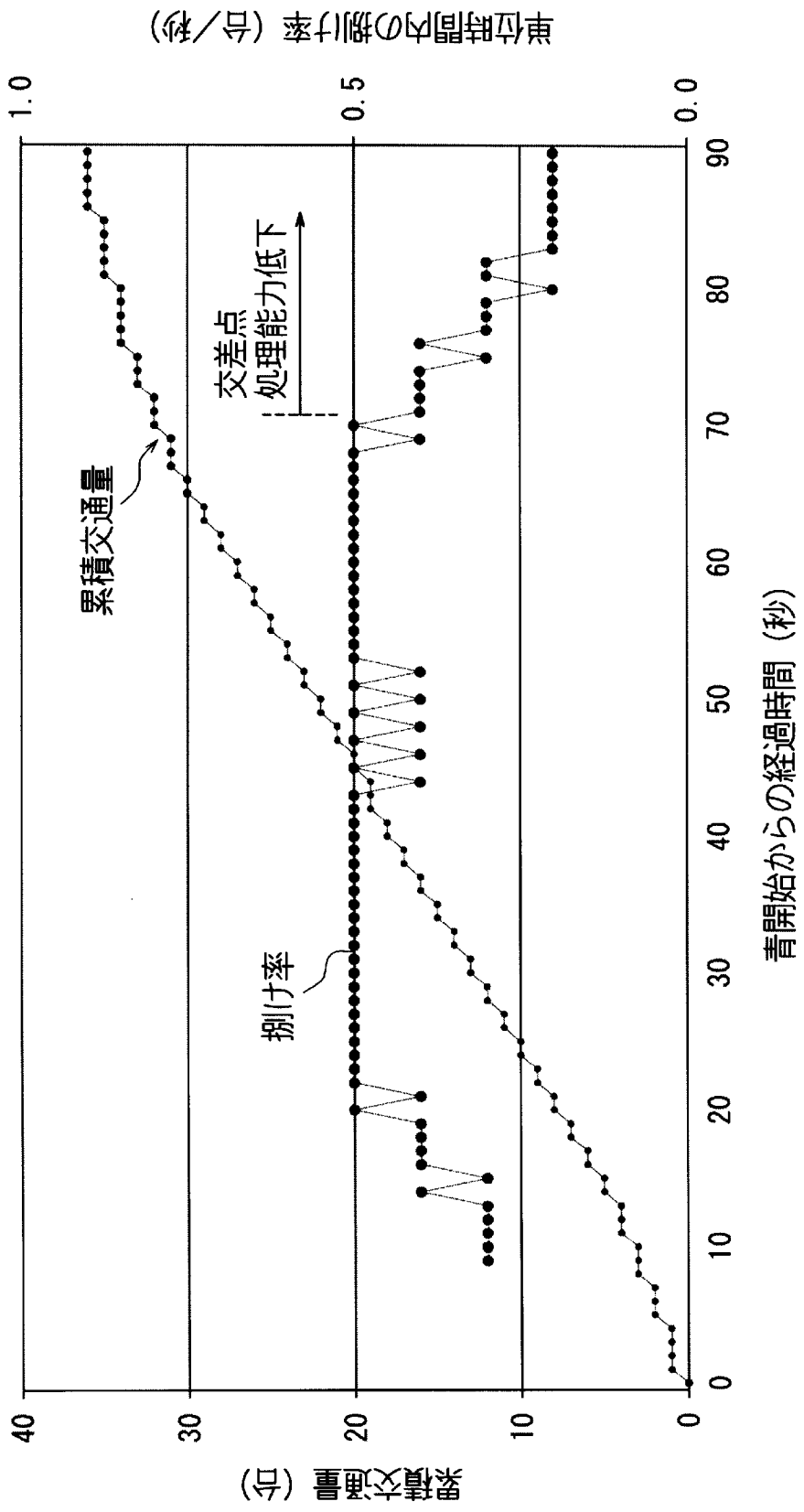
[図3]


流入路m，車線nの累積交通量
累積交通量（台）
青開始からの経過時間（秒）
0
0
t－p
t
第1時点
第2時点
p
流入路m，車線nの単位時間内の捌け率 FR(m，n) ＝ 時刻（t－p）からtまでの間の交通量 / 単位時間p

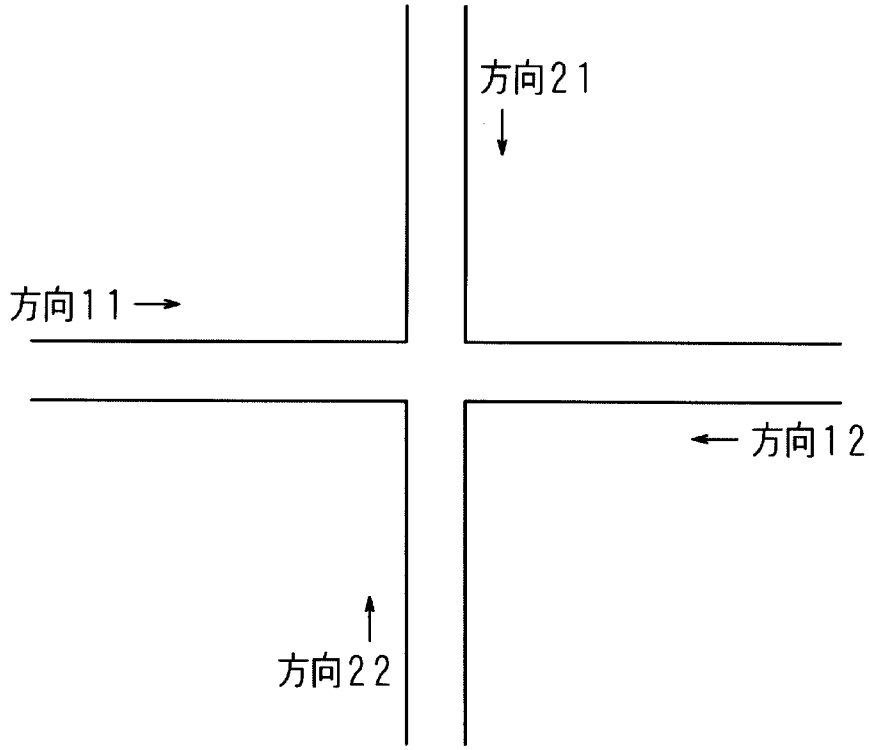
[図4]

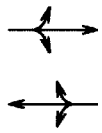
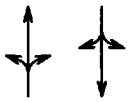

単位時間内の捌け率（台／秒）
所定秒数
又は所定回数
最大値
捌け率による決定秒数
捌け率による決定秒数
0
t 1
t 2
青開始からの経過時間（秒）

[図5]

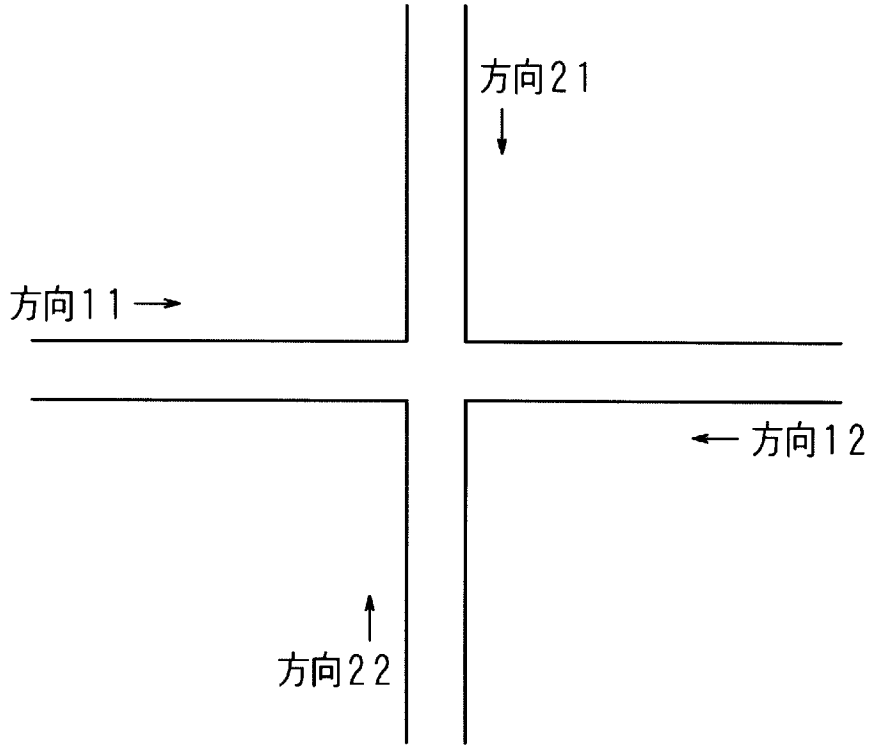

単位時間内の捌け率（台／秒）
1.0
0.5
0.0
累積交通量
交差点
処理能力低下
捌け率
累積交通量（台）
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
青開始からの経過時間（秒）

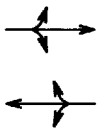
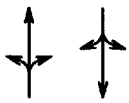
[図6]



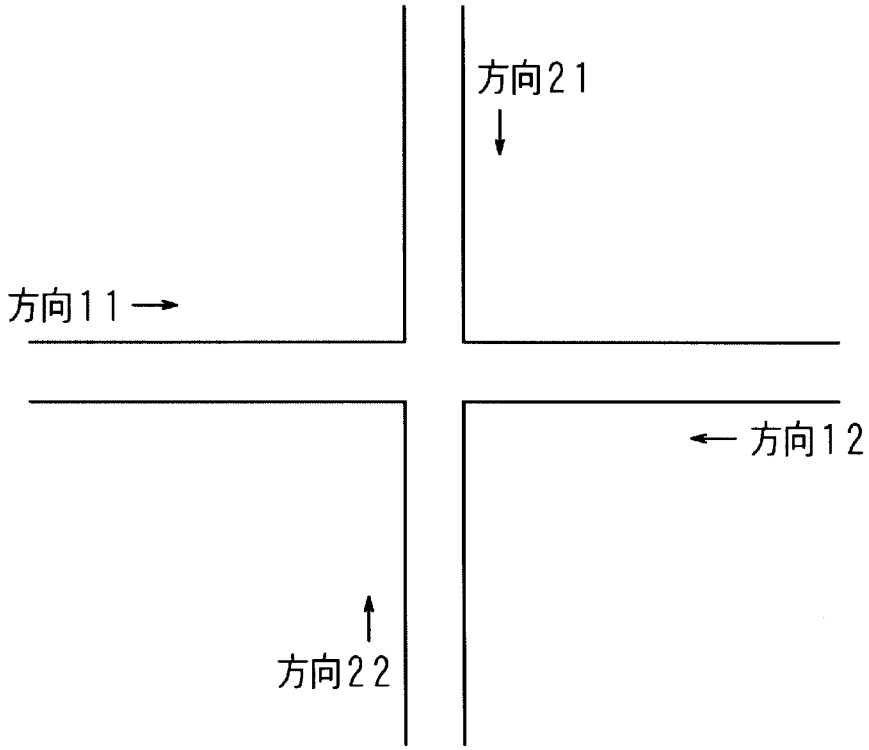
現示	現示1	現示2	現示3	現示4
交通流図				
実現範囲	30~90秒	10~20秒	30~90秒	10秒固定

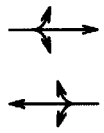
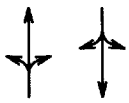
[図7]



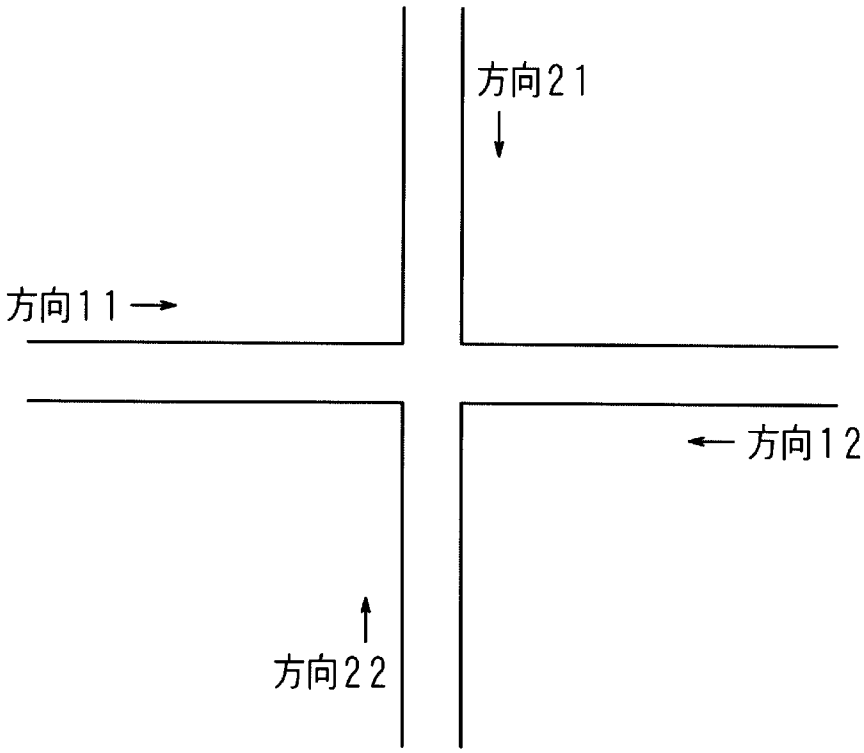
現示	現示1	現示2	現示3	現示4
交通流図				
決定秒数	60秒	20秒(23秒)	30秒(29秒)	10秒

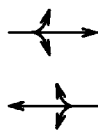
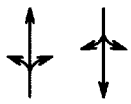
[図8]



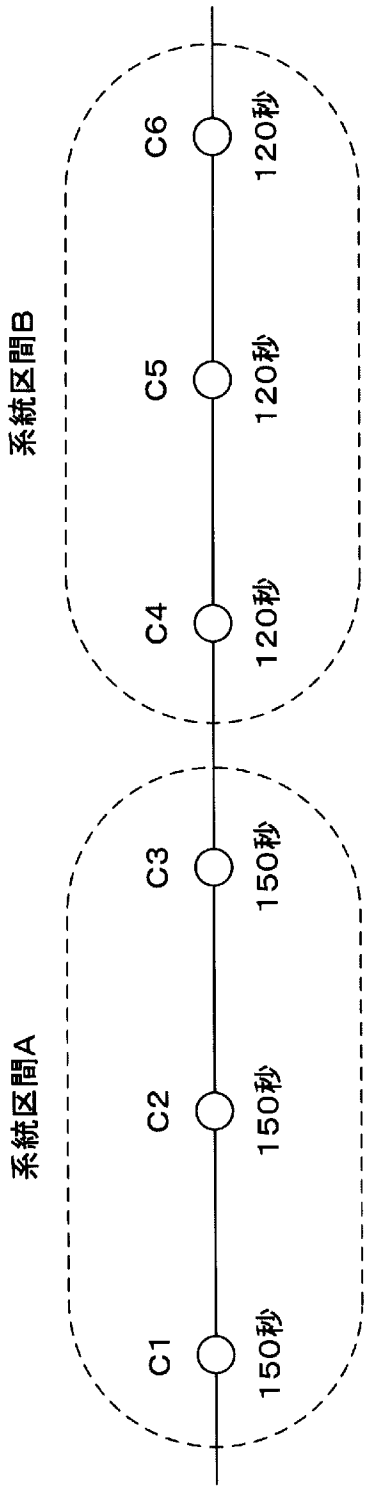
現示	現示1	現示2	現示3	現示4
交通流図				
実現範囲	30~90秒	10~20秒	30~90秒	10秒固定
指令スプリット	50%	10%	30%	10%

[図9]



現示	現示1	現示2	現示3	現示4
交通流図				
指令スプリット	50%	10%	30%	10%
補正前秒数	60秒	12秒	36秒	10秒
補正後秒数	60秒	14秒	36秒	10秒

[図10]

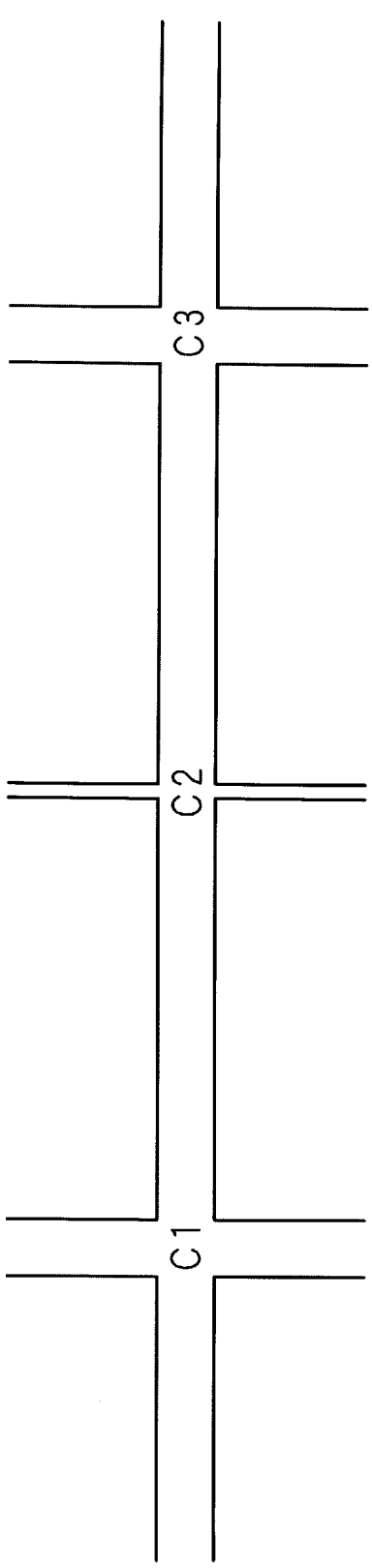


[図11]

指令先	交差点 C1				
現示	現示1	現示2	現示3	現示4	
交通流図					
従来方式	80秒	20秒	40秒	10秒	サイクル長 150秒
捌け率による決定秒数	60秒	20秒 (23秒)	30秒 (29秒)	10秒	サイクル長 120秒

交差点 C2			
現示1	現示2		
110秒	40秒		サイクル長 150秒
−	−		−

交差点 C3				
現示1	現示2	現示3	現示4	
80秒	20秒	40秒	10秒	サイクル長 150秒
86秒	20秒	44秒	10秒	サイクル長 160秒



[図12]

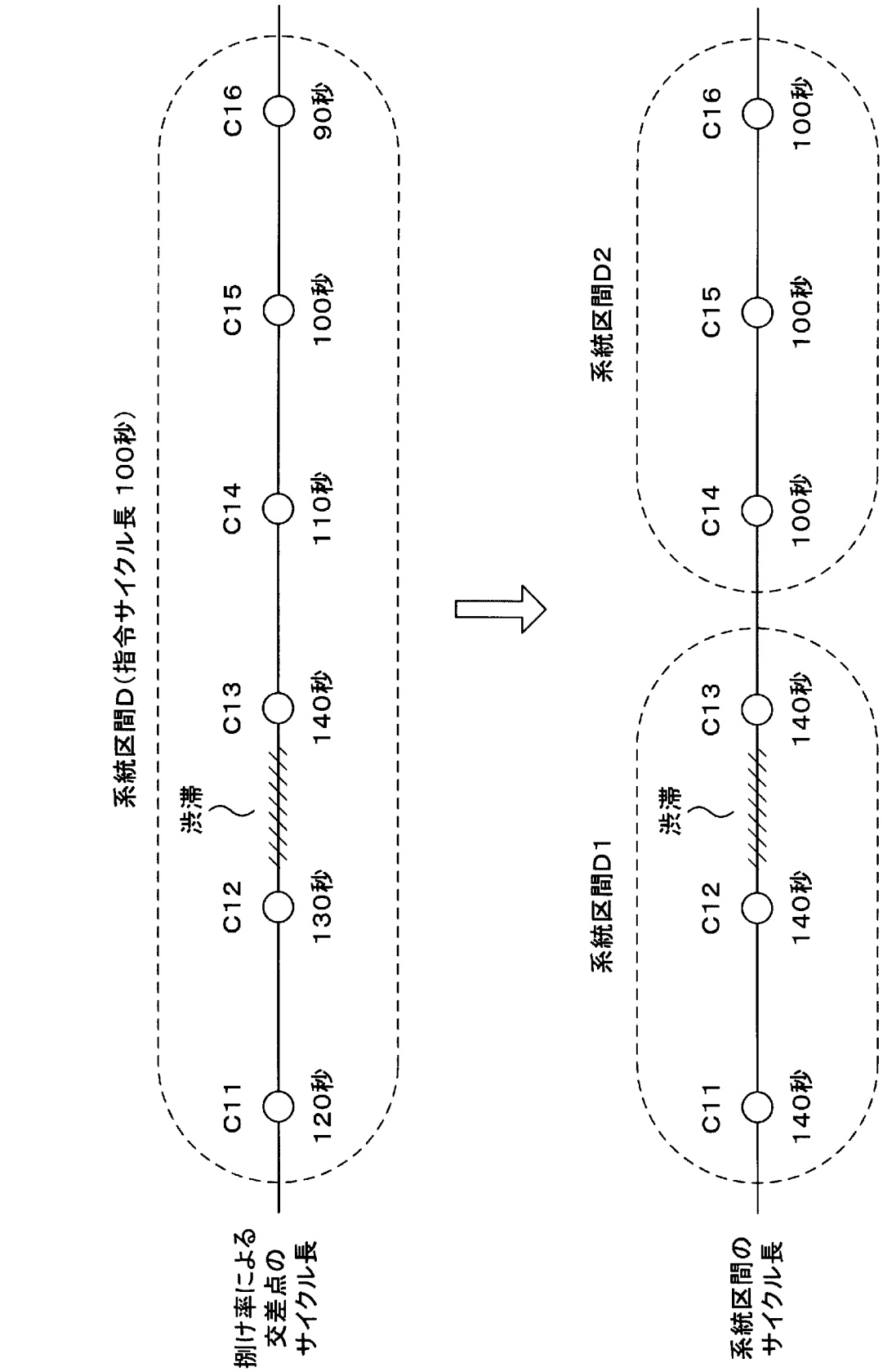
渋滞がない場合

系統区間A		交差点C1	交差点C2	交差点C3
捌け率による 交差点のサイクル長		120秒	ー	160秒
捌け率による 系統区間のサイクル長		160秒	160秒	160秒
従来方式のサイクル長 （指令サイクル長）		150秒	150秒	150秒
選択する サイクル長	ケース1	150秒	150秒	150秒
	ケース2	160秒	160秒	160秒

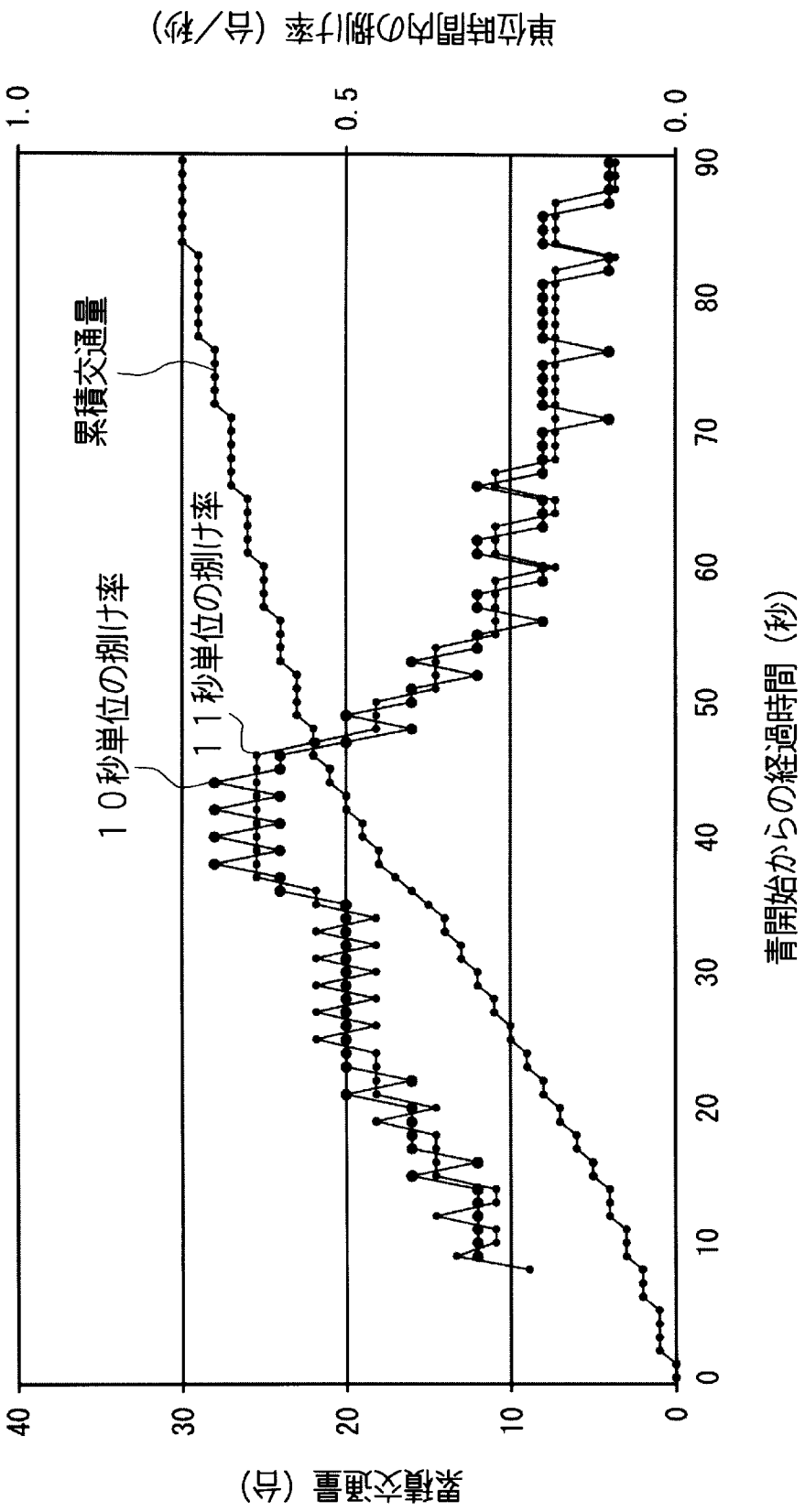
[図13]

交差点C1				
現示	現示1	現示2	現示3	現示4
捌け率による 決定秒数	60秒	20秒	30秒	10秒 （固定）
	サイクル長　120秒			
選択するサイクル長	160秒			
補正後の 決定秒数	80秒	30秒	40秒	10秒

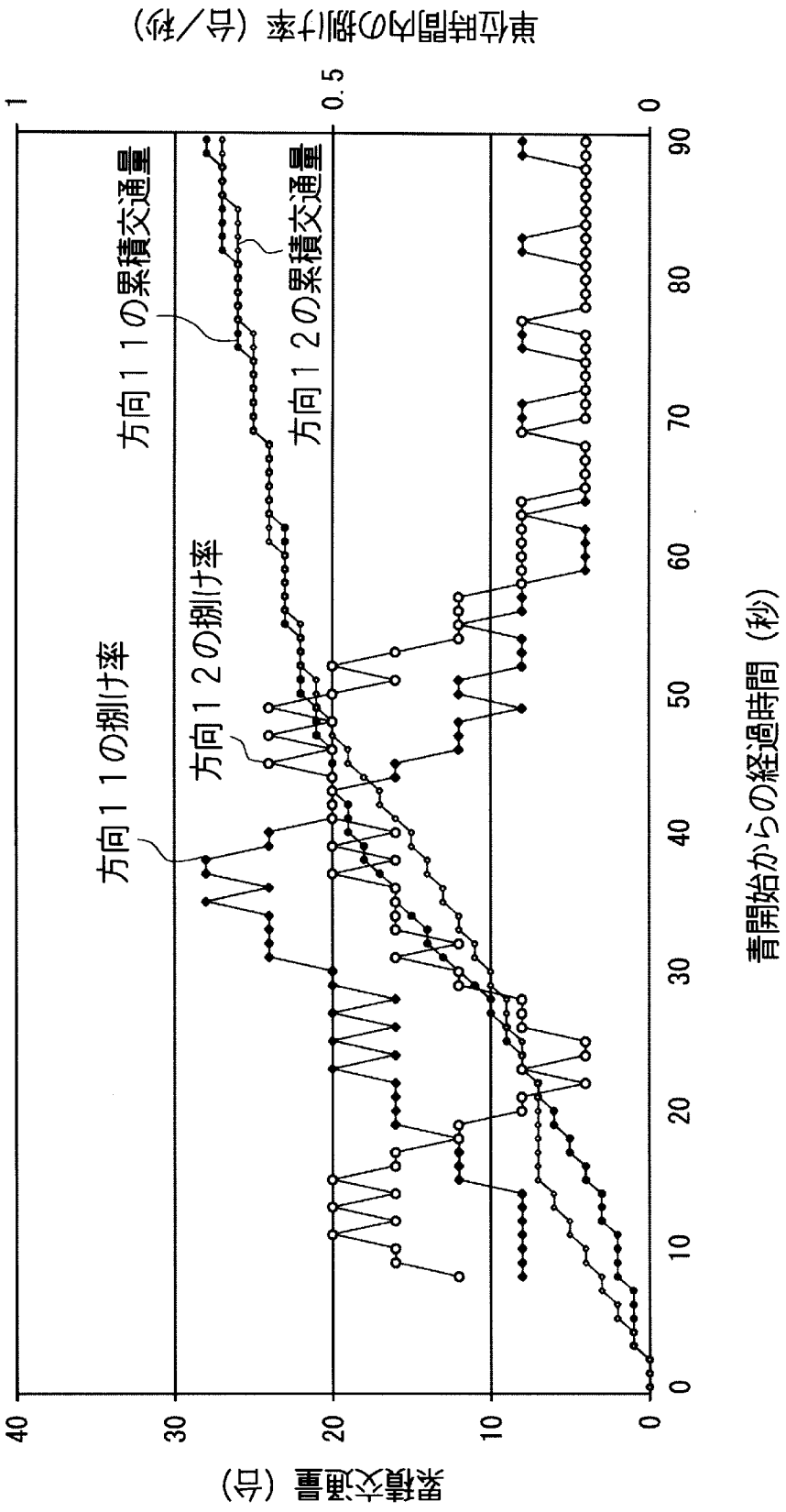
[図14]


系統区間D（指令サイクル長 100秒）
C11
C12
C13
C14
C15
C16
渋滞
120秒
130秒
140秒
110秒
100秒
90秒
捌け率による交差点のサイクル長
系統区間D1
系統区間D2
140秒
140秒
140秒
100秒
100秒
100秒
系統区間のサイクル長

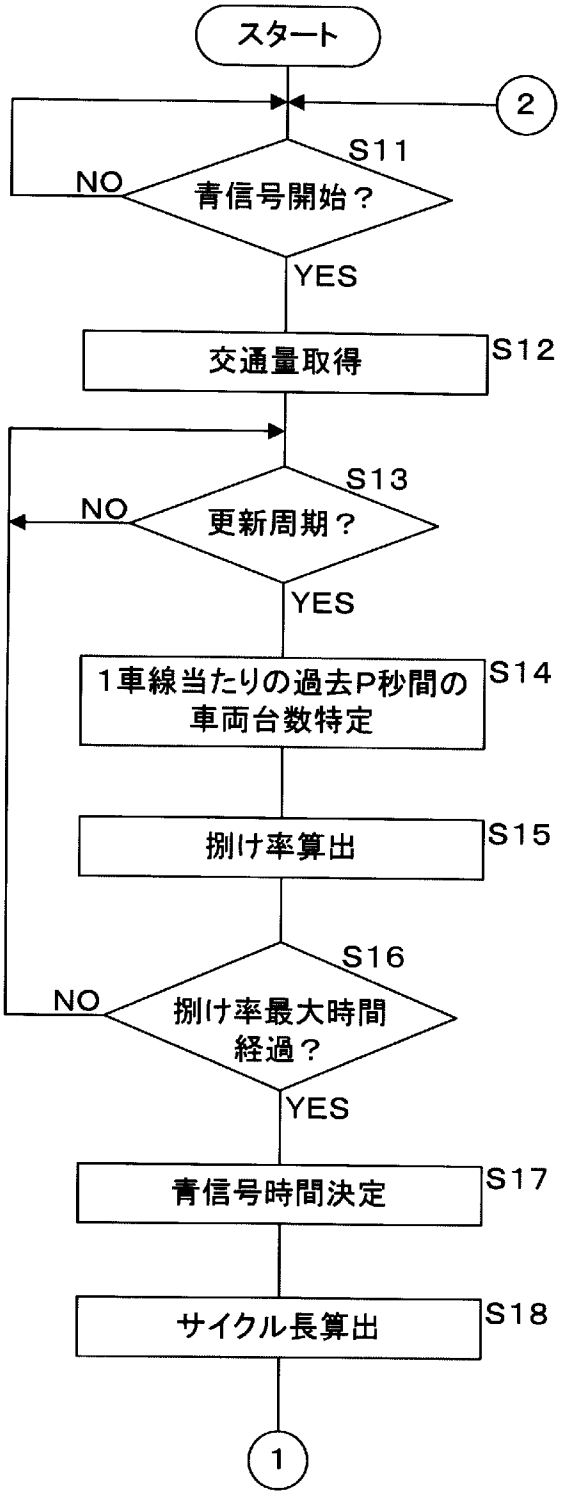
[図15]


累積交通量（台）
単位時間内の捌け率（台／秒）
青開始からの経過時間（秒）
累積交通量
１０秒単位の捌け率
１１秒単位の捌け率
0
10
20
30
40
0.0
0.5
1.0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90

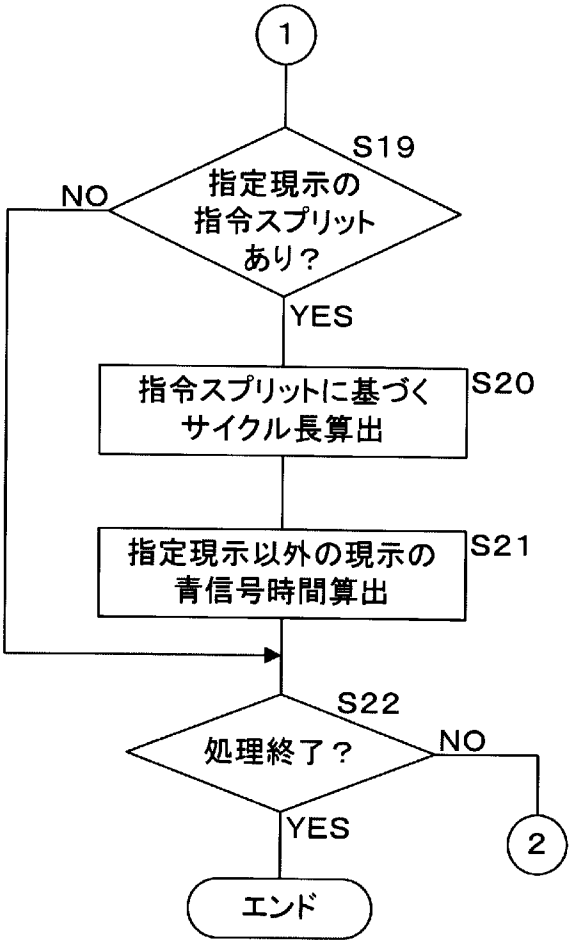
[図16]


単位時間内の捌け率（台／秒）
1
0.5
0
累積交通量（台）
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
青開始からの経過時間（秒）
方向１１の累積交通量
方向１２の累積交通量
方向１１の捌け率
方向１２の捌け率

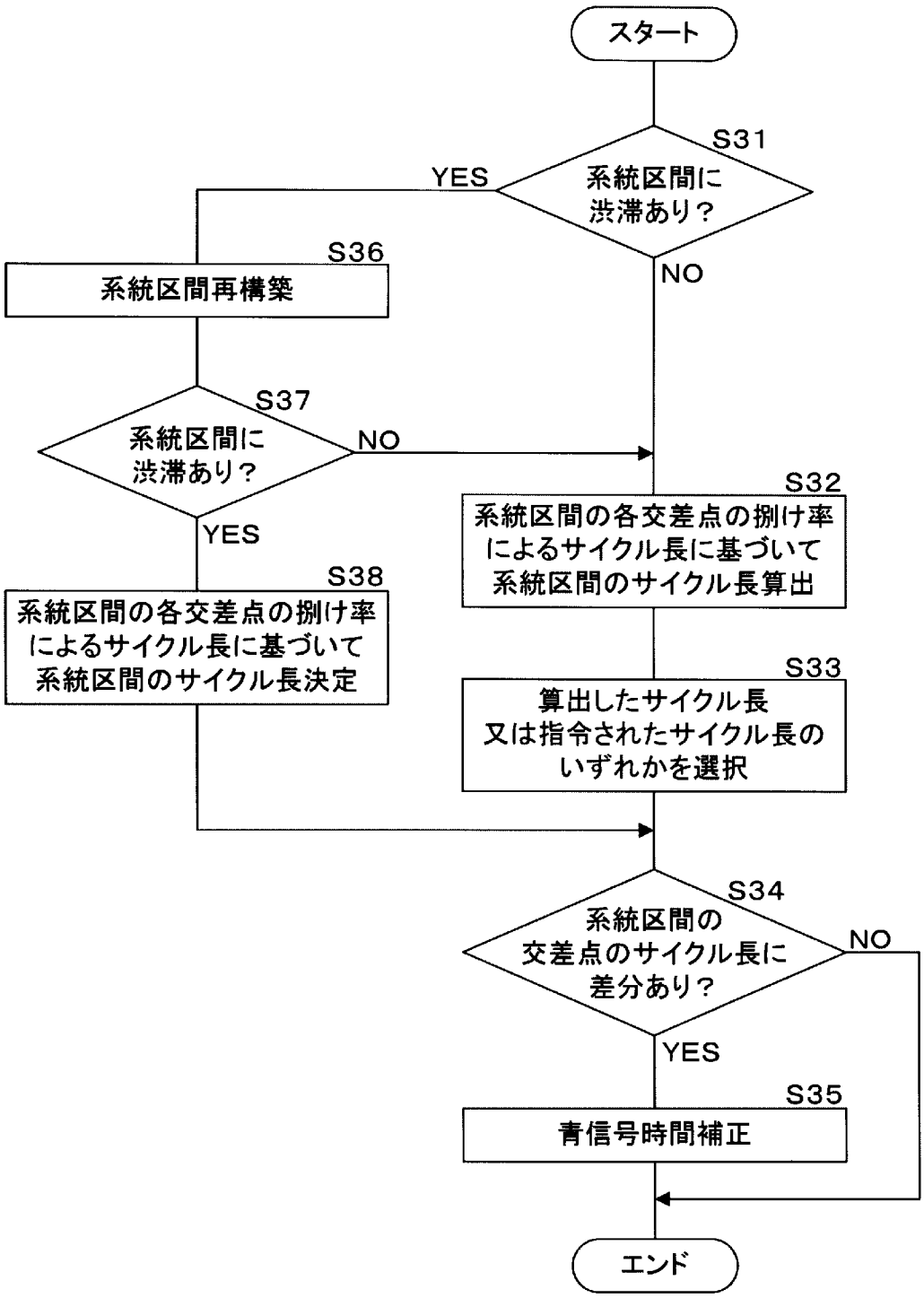
[図17]


スタート
2
S11
NO
青信号開始？
YES
交通量取得
S12
S13
NO
更新周期？
YES
1車線当たりの過去P秒間の
車両台数特定
S14
捌け率算出
S15
S16
NO
捌け率最大時間
経過？
YES
青信号時間決定
S17
サイクル長算出
S18
1

[図18]


1
S19
指定現示の
指令スプリット
あり？
NO
YES
指令スプリットに基づく
サイクル長算出
S20
指定現示以外の現示の
青信号時間算出
S21
S22
処理終了？
NO
YES
2
エンド

[図19]


スタート
S31
系統区間に
渋滞あり？
YES
NO
S36
系統区間再構築
S37
系統区間に
渋滞あり？
NO
YES
S38
系統区間の各交差点の捌け率
によるサイクル長に基づいて
系統区間のサイクル長決定
S32
系統区間の各交差点の捌け率
によるサイクル長に基づいて
系統区間のサイクル長算出
S33
算出したサイクル長
又は指令されたサイクル長の
いずれかを選択
S34
系統区間の
交差点のサイクル長に
差分あり？
NO
YES
S35
青信号時間補正
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/058098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G08G1/08(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)
G08G1/08

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-266930 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 25 November 2010 (25.11.2010), paragraphs [0024] to [0032] (Family: none)	1-2,4,11-13 3,5-10
Y A	JP 2006-18664 A (Kyosan Electric Mfg. Co., Ltd.), 19 January 2006 (19.01.2006), claim 2; paragraphs [0024] to [0028]; all drawings (Family: none)	1-2,4,11-13 3,5-10
A	JP 8-297797 A (Kyosan Electric Mfg. Co., Ltd.), 12 November 1996 (12.11.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
27 May 2015 (27.05.15)	09 June 2015 (09.06.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/058098

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-331385 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 21 November 2003 (21.11.2003), entire text; all drawings & US 2003/0210156 A1 & CN 1458636 A	1-13
A	JP 2011-96144 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 12 May 2011 (12.05.2011), paragraph [0020] (Family: none)	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５８０９８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G08G1/08(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.　G08G1/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2010-266930 A（住友電気工業株式会社）2010.11.25，段落［００２４］－［００３２］（ファミリーなし）	１－２，４，１１－１３
Ａ		３，５－１０
Ｙ	JP 2006-18664 A（株式会社京三製作所）2006.01.19，［請求項２］、段落［００２４］－［００２８］、全図（ファミリーなし）	１－２，４，１１－１３
Ａ		３，５－１０
Ａ	JP 8-297797 A（株式会社京三製作所）1996.11.12，全文、全図（ファミリーなし）	１－１３
Ａ	JP 2003-331385 A（住友電気工業株式会社）2003.11.21，全文、全	１－１３

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２７．０５．２０１５	０９．０６．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｈ　４１３１
島倉　理
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	図 & US 2003/0210156 A1 & CN 1458636 A JP 2011-96144 A（住友電気工業株式会社）2011.05.12，段落［００２０］（ファミリーなし）	１－１３