

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-162794

(P2003-162794A)

(43) 公開日 平成15年6月6日 (2003.6.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 8 G 1/00		G 0 8 G 1/00	C 5 H 1 8 0
G 0 6 F 19/00	1 1 0	G 0 6 F 19/00	1 1 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-358128(P2001-358128)

(22) 出願日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(71) 出願人 501454304

北村 ▲隆▼一

京都府京都市左京区吉田本町36の1番地

京都大学内

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町

801番地

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

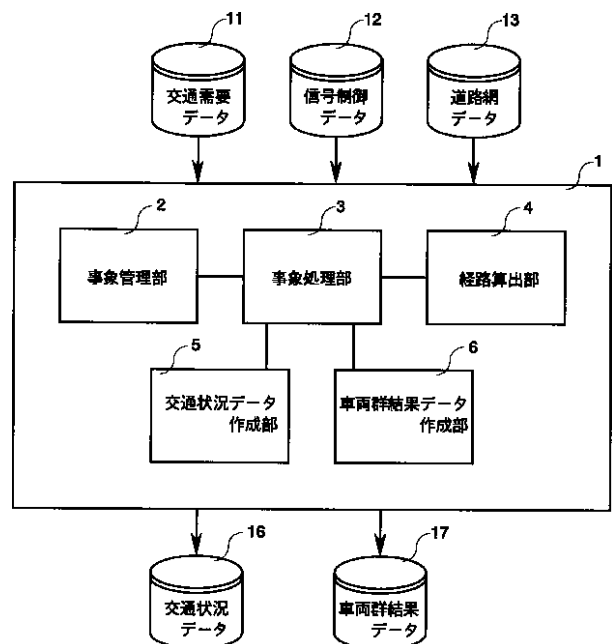
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交通流シミュレーション装置

(57) 【要約】

【課題】 イベントスキャン方式により、渋滞の延伸現象を再現し、現実に即したシミュレーション結果を得ることができる交通流シミュレーション装置を提供する。

【解決手段】 事象処理部3は、生起時刻が現在のシミュレーション時刻に対して最も近い未来である車両群を上記事象管理部2から抽出し、シミュレーション時刻を抽出した処理対象の車両群の生起時刻に更新する。また、抽出した処理対象の車両群について事象を処理する。事象処理部はこの処理を繰り返すことによりシミュレーションする。事象処理部3は、処理対象の車両群が交差点を通過し、該交差点に接続されている別の道路に移動する場合、この別の道路への該車両群の移動が可能であるかどうかを判定し、移動可能でなければ該別の道路に移動させずに、交差点の手前に停止させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の交差点と交差点間を結ぶ道路からなる道路網に対して、車両群を出発、到着およびその間の移動についての事象が起こる生起時刻順に管理する事象管理部と、

上記生起時刻が現在のシミュレーション時刻に対して最も近い未来である車両群を上記事象管理部から抽出し、上記シミュレーション時刻をこの生起時刻に更新するとともに、該抽出した車両群についての事象を処理し、さらに該事象を処理した車両群について次の事象が起こる生起時刻を求め、ここで求めた生起時刻で該車両群を上記事象管理部に管理させる事象処理を繰り返し実行する事象処理部と、を備え、

上記事象処理部は、処理対象の車両群について交差点を通過させ、該交差点に接続されている別の道路に移動させる場合、該別の道路への車両群の移動が可能であるかどうかを判定し、移動可であれば該車両群を該別の道路に移動させ、反対に移動不可であれば該車両群を該別の道路に移動させずに該交差点の手前に停止させる交通流シミュレーション装置。

【請求項2】 上記事象処理部は、該別の道路への移動が不可であると判定され、交差点の手前に停止させられている他の車両群があれば、処理対象の車両群について該別の道路への移動が不可であると判定する請求項1に記載の交通流シミュレーション装置。

【請求項3】 上記事象処理部は、処理対象の車両群が存在できるスペースが該別の道路になれば、移動不可であると判定する請求項1または2に記載の交通流シミュレーション装置。

【請求項4】 上記事象処理部は、処理対象の車両群より先に交差点を通過して該別の道路に移動する車両台数が予め決められている車両台数を超える場合に、処理対象の車両群について該別の道路への移動が不可であると判定する請求項1～3のいずれかに記載の交通流シミュレーション装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、イベントスキニング方式により、道路網における車両の流れ（交通流）をシミュレーションする交通流シミュレーション装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、道路網における車両の流れ（交通流）をシミュレーションし、該道路網における交通状況の変化を予測することが行われている。シミュレーション結果は、道路網における一部の道路の通行を規制したときに、周辺道路における渋滞の発生状況の予測や、渋滞緩和のための道路拡張や、新たな道路建設の方針決定の指針等に利用されている。

【0003】一般的な交通流シミュレーションは、時刻

（シミュレーション時刻）を進行させながら道路網に存在する車両を移動させている。シミュレーション時刻の進行方法は、大きく分けてピリオディックスキニング方式、とイベントスキニング方式の2種類である。

【0004】ピリオディックスキニング方式は、シミュレーション時刻を予め決めた単位時刻ずつ進行させる方式である。この方式は、この単位時間毎に全ての車両の挙動（事象）を処理していく方式である。

【0005】これに対して、イベントスキニング方式は、道路網における事象の発生に応じてシミュレーション時刻を進行させる方式であり、シミュレーション時刻を不定期間隔で進行させる。この方式は、車両毎に次に事象が起こる時刻（生起時刻）を管理し、生起時刻が現在のシミュレーション時刻に対して最も近い未来である車両について事象を処理する。このときシミュレーション時刻を処理対象の車両の生起時刻に進める。また、事象を処理した車両について、次の事象が起こる生起時刻を予測し管理する。このイベントスキニング方式は、全ての車両の挙動を処理する必要がないため、ピリオディックスキニング方式に比べて交通流シミュレーションにかかる時間が短いというメリットがある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の交通流シミュレーションは道路網を構成する各道路について、存在する車両台数を制限していなかった。このため、道路上に存在している車両台数が実際には存在できない車両台数となることがあった。例えば、交差点を通過させた車両を別の道路に流入させるとき、該別の道路にすでに存在している車両台数が実際に存在可能な車両台数を越えていても、この車両を該別の道路に流入させていた。

【0007】したがって、現実には渋滞が上流方向に延伸していくのに、従来の交通流シミュレーションでは渋滞が上流に延伸していく延伸現象を再現することができず、現実には即したシミュレーション結果を得ることができなかった。

【0008】この発明の目的は、交通流シミュレーションにかかる時間が短いイベントスキニング方式により、渋滞の延伸現象を再現し、現実には即したシミュレーション結果を得ることができる交通流シミュレーション装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の交通流シミュレーション装置は、上記課題を解決するために以下の構成を備えている。

【0010】（1）複数の交差点と交差点間を結ぶ道路からなる道路網に対して、車両群を出発、到着およびその間の移動についての事象が起こる生起時刻順に管理する事象管理部と、上記生起時刻が現在のシミュレーション時刻に対して最も近い未来である車両群を上記事象管

理部から抽出し、上記シミュレーション時刻をこの生起時刻に更新するとともに、該抽出した車両群についての事象を処理し、さらに該事象を処理した車両群について次の事象が起こる生起時刻を求め、ここで求めた生起時刻で該車両群を上記事象管理部に管理させる事象処理を繰り返し実行する事象処理部と、を備え、上記事象処理部は、処理対象の車両群について交差点を通過させ、該交差点に接続されている別の道路に移動させる場合、該別の道路への車両群の移動が可能であるかどうかを判定し、移動可であれば該車両群を該別の道路に移動させ、反対に移動不可であれば該車両群を該別の道路に移動させずに該交差点の手前に停止させる。

【0011】この構成では、事象管理部により道路網に対して出発、到着およびその間の移動についての事象が起こる生起時刻順に車両群が管理される。ここで言う、車両群とは、1台の車両であってもよいし、複数台の車両の集合であってもよい。

【0012】事象処理部は、生起時刻が現在のシミュレーション時刻に対して最も近い未来である車両群を上記事象管理部から抽出し、シミュレーション時刻を抽出した処理対象の車両群の生起時刻に更新する。また、抽出した処理対象の車両群について事象を処理する。事象処理は、車両群の出発地、目的地に関する交通需要情報や、道路網に関する道路情報に基づいて該車両群を道路網上で移動させる処理である。道路情報には、信号機による平均待ち時間、道路の制限速度、車線数等が含まれている。

【0013】また、事象処理部は、処理対象の車両群が交差点を通過し、該交差点に接続されている別の道路に移動する場合、この別の道路への該車両群の移動が可能であるかどうかを判定し、移動可能でなければ該別の道路に移動させずに、交差点の手前に停止させる。

【0014】この処理により、交差点に接続されている道路毎に、その道路に存在する車両台数を制限することができ、渋滞の延伸現象を再現した交通流シミュレーションが行える。したがって、現実にも即したシミュレーション結果を得ることができる。

【0015】(2) 上記事象処理部は、該別の道路への移動が不可であると判定され、交差点の手前に停止させられている他の車両群があれば、処理対象の車両群について該別の道路への移動が不可であると判定する。

【0016】実際の道路網で考えると、別の道路に移動できなかった他の車両群が交差点の手前に停止している場合、処理対象の車両群はこの他の車両群が別の道路に移動するまで前方が詰まっているので別の道路に移動できない。この構成では、このような場合に、処理対象の車両群を、別の道路への移動が不可であると判定し、交差点の手前に停止させる。したがって、渋滞の延伸現象を再現し、現実にも即したシミュレーション結果を得ることができる。

【0017】(3) 上記事象処理部は、処理対象の車両群が存在できるスペースが該別の道路になければ、移動不可であると判定する。

【0018】実際の道路網で考えると、別の道路に処理対象の車両群が存在できるスペースがない場合、処理対象の車両群は、該別の道路に存在できるスペースができるまで、前方が詰まっているので、該別の道路に移動できない。この構成では、このような場合に、処理対象の車両群を、別の道路への移動が不可であると判定し、交差点の手前に停止させる。したがって、渋滞の延伸現象を再現し、現実にも即したシミュレーション結果を得ることができる。

【0019】(4) 上記事象処理部は、処理対象の車両群より先に交差点を通過して該別の道路に移動する車両台数が予め決められている車両台数を超える場合に、処理対象の車両群について別の道路への移動が不可であると判定する。

【0020】この構成では、交差点を通過して別の道路に移動する車両台数について、信号機等による制限を加えたシミュレーションが行え、現実にも即したシミュレーション結果を得ることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態である交通流シミュレーション装置について説明する。

【0022】図1は、この発明の実施形態である交通流シミュレーション装置の機能構成を示すブロック図である。この実施形態の交通流シミュレーション装置のハード構成は、ワークステーション、デスクトップ型のパーソナルコンピュータや、携帯型のノートパソコンである。

【0023】交通流シミュレーション装置1には、交通需要データ11、信号制御データ12、道路網データ13が入力され、これらの入力データに基づく交通流シミュレーションの結果として交通状況データ16、車両群結果データ17が出力される。交通需要データ11は、車両群毎に車両群を識別する車両群IDに出発地、目的地、出発時刻、車種、車両台数を対応付けたデータである(図2参照)。出発地、および目的地はその住所であり、後述するノードIDなどで示される。出発時刻は、該車両群の出発時刻を示す時:分-秒である。車種は、大型車、普通車、小型車等、車両の種類である。車両台数は、車両群を構成する車両の台数である。この交通需要データは、幹線道路等で行った交通量調査で得た調査結果などに基づいて推定したデータである。また、交通需要データとして交通管制センタなどが保有するODデータが利用できればより好ましい。

【0024】信号制御データ12は、制御時刻毎(この例では5分毎)に、各信号機について信号機を識別する信号機ID、該信号機が通行を規制する道路を示すリンクID、該信号機による車両の平均待ち時間、青比率を

対応付けたデータである。多くの信号機は、深夜、昼間、早朝等、交通量の変化に応じて青比率等を変化させている。このため、現実に応じたシミュレーションが行えるように、各信号機について制御時刻毎に上記データを設けている。この信号制御データとして、交通管制センタで管理されている実際の信号機の制御データが利用できれば、最も好ましいシミュレーション環境が構築できる。

【0025】道路網データ13は、現実の道路網を表現するためのデータである。現実の道路網は、例えば図4(A)に示すように、各交差点に接続された複数の道路から構成される。この実施形態の交通流シミュレーション装置1は、実際の道路網における交差点をノード、各交差点に接続されている道路をリンクと定義し、シミュレーションする道路網を構築する(図4(B)参照)。各ノードには対応する交差点を識別するためのノードIDが付けられており、各リンクには対応する道路を識別するリンクIDが付けられている。

【0026】なお、図中に矢示する方向は、車両の通行方向である。また、各交差点には接続されている道路ごとに通行を制限する信号機が配置されている。図4に示す例では、各交差点に4つの信号機が配置されている。

【0027】また、この実施形態の交通流シミュレーション装置1は、各リンクを図5に示すように複数の道路区間に分割している。後述するシミュレーションでは、車両群をこの道路区間単位で移動させる。具体的には、上流側の道路区間から該道路区間に接続されている下流側の道路区間に順々に移動させる。このようにした理由は、リンクで示される道路が比較的長いからであり、この道路区間単位で車両群の走行を表現することにより、現実に応じた車両群の走行を表現できるからである。道路区間の長さは、数百mであり、リンクの長さは数百m~数kmである。さらに、道路区間の最前部に流出区間を設けている。この流出区間は、仮想的に設けた区間であり、交差点を通過して別の道路に流入できない車両群を交差点の手前に停止させるための区間として利用する。流出区間は、上記のように仮想的に設けた区間であるため、その長さは0である。

【0028】道路網データ13は、道路(リンク)を識別するリンクIDに、上流側の交差点(ノード)を識別する上流ノードID、下流側交差点(ノード)を識別する下流ノードID、道路の長さ、該道路の規制速度、該道路の車線数、単位時間当りにリンクの断面を通過して該リンクから流出可能な車両の台数を示す断面容量、道路における車両密度と車両速度の関係を示すKV曲線の種類、該道路を分割した道路区間数を対応付けたデータである(図6参照)。交通流シミュレーション装置1は、この道路網データ13に基づいて、シミュレーションする道路網を構築する。

【0029】なお、上記断面容量は青比率が100%である場合の車両の台数である。

【0030】次に、この実施形態の交通流シミュレーション装置の機能構成について説明する。シミュレーションする道路網に対して、出発、到着、その間(出発地から目的地まで)の移動についての事象が起こる生起時刻順に車両群を管理する事象管理部2と、事象を処理する事象処理部3と、交通需要データ11に基づいて車両群毎に出発地から目的地までの経路を算出する経路算出部4と、事象処理部3における事象処理結果に基づいて交通状況データを作成する交通状況データ作成部5と、事象処理部3における事象処理結果に基づいて車両群結果データを作成する車両群結果データ作成部6と、を備えている。

【0031】交通状況データ作成部5で作成された交通状況データ、および車両群結果データ作成部6で作成された車両群結果データは、交通状況データ記憶部16および車両群結果データ記憶部17に記憶される。交通状況データおよび車両群結果データの詳細については後述する。

【0032】なお、交通状況データ記憶部16および車両群結果データ記憶部17はハードディスク等の記録媒体により構成される。また、上記交通需要データ11、信号制御データ12、および道路網データ13もハードディスク等の記録媒体に記録されているデータである。

【0033】以下、この実施形態の交通流シミュレーション装置1の動作について説明する。図7は、この実施形態の交通流シミュレーション装置の動作を示すフローチャートである。交通流シミュレーション装置1は、交通需要データ11、信号制御データ12、および道路網データ13を読み込み、シミュレーション環境を構築する(s1)。このとき、交通流シミュレーション装置1には、図示していない入力部において、シミュレーションを開始するシミュレーション開始時刻やその他必要なデータの入力も行われる。

【0034】s1では、交通需要データ11に基づいて出発時刻順に車両群IDを並べた事象データを作成する(図8参照)。このとき、入力されたシミュレーション開始時刻に対して出発時刻が同じ、もしくは最も近い未来の車両群IDを先頭にする。s1で作成される事象データは、図8に示すように生起時刻、車両群ID、事象種別を対応付けたデータである。事象管理部2は、この事象データを生起時刻順に並べて管理する。生起時刻とは、車両群について出発、到着、および移動のいずれかの事象が起こる時刻である。ここで作成された事象データは事象管理部2に登録される。事象管理部2は、RAM等のメモリで構成される。

【0035】また、s1では道路網データ13に基づいてシミュレーションする対象の道路網を構築し、信号制御データ12を、ここで構築した道路網を構成するリン

クに関係付ける。

【0036】交通流シミュレーション装置は、上記s1でシミュレーション環境を構築すると、シミュレーション要素を更新する(s2)。具体的には、図9(A)、(B)に示す判定関連データ、および交通状況関連データを作成する。判定関連データは、図9(A)に示すように道路を識別するリンクIDに、該道路から単位時間(例えば1時間)あたりに流出可能な車両の台数を示す流出容量、該道路に受入可能な車両の台数を示す受入可能台数を対応付けたデータである。受入可能台数は、

受入可能台数 = 道路長さ / (平均車長 + 車両間隔) × 車線数

で表される。

【0037】また、流出容量は、リンクにおける断面容量と青比率とにより算出される。流出容量は、  
流出容量 = 断面容量 × 青比率

で表される。

【0038】また、これら流出容量、受入可能台数は、通行止めや車線規制の時間帯に合わせて変更される。

【0039】交通状況関連データは、図9(B)に示すように、道路を識別するリンクIDに、該道路における車両密度(台/km)、該道路を走行する車両の平均速度である車両速度、該道路に存在する渋滞列の車両を並べた長さを車線数で除した値である渋滞長、該道路の流出区間に存在する車両台数を示す渋滞列、該道路を通行するのに要する平均時間を示すリンク旅行時間、および車種別の存在台数を対応付けたデータである。

【0040】渋滞長は、リンクの流出区間に存在する渋滞列から算出する。また、渋滞列はリンクの流出区間に存在する車種別の台数から普通車の台数に換算して算出する。具体的には、大型車の平均車長A、普通車の平均車長B、小型車の平均車長Cが予め設定されている。渋滞長は、  
渋滞長 = 渋滞列 × (普通車の平均車長B + 車両間隔) / 車線数

であり、渋滞列は、

渋滞列 = (リンクの流出区間に存在する大型車の台数 × 大型車の平均車長A + リンクの流出区間に存在する普通車の台数 × 普通車の平均車長B + リンクの流出区間に存在する小型車の台数 × 小型車の平均車長C) / 普通車の平均車長B

で表される。また、車両密度(台/km)は、

車両密度 = 普通車の台数に換算したリンク中の存在台数 / 道路長さ

である。さらに、車両速度は

車両速度 = リンク長さ / リンク旅行時間

である。

【0041】リンク旅行時間は、車両がリンクを通過す

るのに要する時間であり、リンクを走行する時間として算出する。但し、該リンクに渋滞が存在する場合には、リンクを走行する時間と渋滞を通過するための時間との和がリンク旅行時間となる。具体的には、リンク旅行時間は該リンクを構成する各道路区間に対して後述する道路区間データから算出する各々の道路区間の走行時間の総和として算出する。渋滞を通過する時間はリンクに属する流出区間の渋滞列を流出容量で除して算出する。

10 リンク旅行時間 = (該リンクを構成する各道路区間の走行時間の総和) + (該リンクに属する流出区間の渋滞列) / 流出容量

で表される。

【0042】上記判定関連データ、および上記交通状況関連データは、シミュレーションの実行にともなう道路上の車両台数の変化、制御時刻の経過による信号制御データ12の更新等に応じて更新される。

【0043】交通流シミュレーション装置1はs2でシミュレーション要素の更新を完了すると、事象管理部2を検索し、現在のシミュレーション時刻に対して生起時刻が最も近い未来の時刻である事象データを抽出する(s3)。交通流シミュレーション装置1はs3で抽出された事象データの有無を判定し(s4)、抽出された事象データが無ければ本処理を終了する。

20 【0044】事象処理部3は、s3で抽出された事象データに基づいて、シミュレーション時刻を更新する(s5)。s5は、現在のシミュレーション時刻をs3で抽出した事象データの生起時刻に更新する処理である。事象処理部3は、シミュレーション時刻を更新すると、s3で抽出した事象データを処理する事象処理を行い(s6)、s2に戻って上記処理を繰り返す。

【0045】なお、s2では必要に応じて経路算出部4が指定された車両群の出発地または現在地と目的地とを結ぶ経路を算出する処理も行われる。

【0046】s6にかかる事象処理について詳細に説明する。図11は事象処理を示すフローチャートである。

40 【0047】事象処理部3は、s3で抽出した事象データの事象種別が出発、到着、移動のいずれであるかを判断する(s11、s12)。出発であれば、処理対象の車両群に対して出発処理を実行する(s13)。s13にかかる出発処理は、処理対象の車両群の出発地に対応する道路区間に該車両群を存在させる処理である。ここで車両群を存在させた道路区間を含むリンクは道路上に存在する車両台数が増加したことになる。したがって、該道路区間データと、該リンクに対応する上記判定関連データおよび上記交通状況関連データに変化が生じる。この変化に対する判定関連データおよび交通状況関連データの更新は、この事象処理が完了し、上記s2に戻ったときに実行される。

50 【0048】また、s13では、車両群を存在させた道路区間における該車両群の車両速度を該道路区間の車両

密度を用いて算出し、さらに、ここで算出した車両速度を用いて該車両群について次に事象が起こる生起時刻を算出する。一般に車両密度が増大するにつれて、車両速度が低下する。車両密度と車両速度とは、図10に示す速度-密度曲線(所謂KV曲線)による関係があると言われている。この実施形態では、この関係を利用しており、車両速度は

$$\text{車両速度} = V_0 - a \times (\text{車両密度})^b$$

で表される。

【0049】なお、 $V_0$ は道路の制限速度であり、 $a$ 、 $b$ は交通量調査等の調査結果に基づいて決定された値である。

【0050】但し、車両速度は、車両密度が図10に示す最低速度となる値を超えても、この最低速度である。車両速度が、この最低速度未満になることはない。

【0051】この車両群について次の事象が起こる生起時刻は、

$$\text{生起時刻} = \text{現在時刻} + \text{存在させた道路区間の長さ} / \text{車両速度}$$

により算出される。

【0052】また、事象処理部3はs3で抽出した事象データの事象種別が到着であれば、処理対象の車両群について到着処理を行う(s14)。s14にかかる到着処理は、処理対象の車両群が存在している道路区間上から該車両群を抹消する処理である。この到着処理において、車両群を抹消させた道路区間を含むリンクでは道路路上に存在する車両台数が減少したことになる。したがって、該道路区間データと、該リンクに対応する上記判定関連データおよび上記交通状況関連データに変化が生じる。この変化に対する判定関連データおよび交通状況関連データの更新は、本事象処理が完了し、上記s2に戻ったときに行われる。

【0053】事象処理部3は、s3で抽出した事象データの事象種別が移動であれば、処理対象の車両群を同じリンクに含まれる道路区間への移動であるか、交差点(ノード)を通過して別のリンクに含まれる道路区間への移動であるかを判定する(s15)。具体的には、処理対象の車両群がリンクの最下流の道路区間、または流出区間に存在しているかどうかにより判定する。

【0054】事象処理部3は、処理対象の車両群が存在している道路区間がリンクの最下流の道路区間および流出区間でない場合(同じリンク内での移動である場合)、処理対象の車両群を1つ下流の道路区間に移動させる移動処理を実行する(s16)。

【0055】また、s16では、車両群を移動させた道路区間における該車両群の車両速度を該道路区間の車両密度を用いて算出し、さらに、ここで算出した車両速度を用いて該車両群について次に事象が起こる生起時刻を算出する。ここでも、上記図10に示す速度-密度曲線(所謂KV曲線)から車両速度を算出する。また、この

車両群について次の事象が起こる生起時刻は、上記s13と同様に、

$$\text{生起時刻} = \text{現在時刻} + \text{移動させた道路区間の長さ} / \text{車両速度}$$

により算出される。

【0056】事象処理部3は、s15で処理対象の車両群が交差点(ノード)を通過して別のリンクに含まれる道路区間への移動であると判定すると、処理対象の車両群がリンクの最下流の道路区間に存在しているのか、または流出区間に存在しているのかを判定する(s17)。

【0057】事象処理部3は、s17で処理対象の車両群がリンクの最下流の道路区間に存在していると判定すると、現在のリンクに設けられている流出区間に車両群が存在しているかどうかを判定する(s18)。流出区間に存在している車両群は、交差点を通過して流入する別のリンクの車両密度が高く(流入する別の道路の渋滞により、)、該別の道路に流入できなかった車両群、または流出容量の制限により交差点を通過して該別の道路に流入できなかった車両群等である。

【0058】事象処理部3は、s18で流出区間に車両群が存在していないと判定した場合、およびs17で処理対象の車両群が流出区間に存在していると判定した場合、処理対象の車両群の移動先であるリンク側が処理対象の車両群を受入可能であるかどうかを判定する(s19)。s19では、処理対象の車両群を移動先であるリンク側に移動させたとき、該リンクに存在している車両台数が該リンクの受入可能台数を超えるかどうかにより、受入可能であるかどうかを判定する。

【0059】なお、s17で処理対象の車両群がリンクの流出区間に存在していると判定した場合、s18の処理をジャンプしてs19に進む。また、処理対象の車両群を流入させる別のリンクは、s2で該車両群について算出した移動経路に基づいて選択される。

【0060】事象処理部3は、s19で受入可と判定すると、処理対象の車両群が現在存在しているリンクから流出できるかどうかを判定する(s20)。s20における判定は、処理対象の車両群を該リンクから流出させた場合、現在時刻(処理対象の車両群を該リンクから流出させた時刻)から所定時間(信号周期)前の間に、該リンクから流出した単位時間当りの車両台数が流出容量を超えるかどうかにより流出可否を判定する。該リンクから流出した単位時間当りの車両台数が流出容量を超える場合、流出不可と判定する。

【0061】事象処理部3は、s20で流出可と判定すると、処理対象の車両群をこの別のリンクの最上流の道路区間に移動させる移動処理を行う(s21)。このs21にかかる移動処理において、車両群を流出したリンクでは道路路上に存在する車両台数が減少し、該車両群が流入したリンクでは車両台数が増加したことになる。し

たがって、これら2つのリンクに対応する上記判定関連データおよび上記交通状況関連データに変化が生じる。この変化に対する判定関連データおよび交通状況関連データの更新は、本事象処理が完了し、上記s2に戻ったときに行われる。

【0062】また、s21では車両群を移動させた道路区間における該車両群の車両速度を該道路区間の車両密度を用いて算出し、さらに、ここで算出した車両速度を用いて該車両群について次に事象が起こる生起時刻を算出する。ここでも、上記図10に示す速度-密度曲線（所謂KV曲線）から車両速度を算出する。また、この車両群について次の事象が起こる生起時刻は、上記s13と略同様であるが、

生起時刻 = 現在時刻 + 移動させた道路区間の長さ / 車両速度 + 信号の平均待ち時間

により算出される。このように、リンク間を移動した車両群については、信号の平均待ち時間を用いて、次の事象が起こる生起時刻を算出する。

【0063】事象処理部3は、s18で流出区間に車両群が存在していると判定した場合、この流出区間に存在している車両群の後ろに処理対象の車両群を存在させる交差渋滞処理Aを行う（s22）。また、s19で別のリンクへの流入不可であると判定した場合、処理対象の車両群を流出区間に存在させる交差点渋滞処理Bを行う（s23）。さらに、s20で流出不可であると判定した場合、処理対象の車両群を流出区間に存在させる交差点渋滞処理Cを行う（s24）。現実には、単位時間内にリンクから流出できる車両台数、すなわち交差点を通過して別の道路に流入できる車両台数、が該交差点に設置されている信号により制限されるので、交差点渋滞処理Cにより処理対象の車両群の中で信号により交差点の手前に停止される車両を再現できる。

【0064】s22にかかる交差点渋滞処理Aは、他の車両群がリンクの出口に詰まっているため、処理対象の車両群を別のリンクに移動させずに交差点の手前に停止させる処理である。また、s23にかかる交差点渋滞処理Bは、他の車両群がリンクの出口に詰まっていないが、処理対象の車両群が移動する別のリンクに該車両群が存在できるスペースがないため、処理対象の車両群を別のリンクに移動させずに交差点の手前に停止させる処理である。さらに、交差点渋滞処理Cは、上記のように単位時間内にリンクから流出できる車両台数が信号により制限されることを考慮して、処理対象の車両群を交差点の手前に停止させる処理である。

【0065】さらに、s22では処理対象の車両群に対して次の事象が起こる生起時刻を以下の式から算出し、  
生起時刻 = 現在のシミュレーション時刻 + 流出区間に存在している前方の車両の台数 / 流出容量

s23では処理対象の車両群に対して次の事象が起こる生起時刻を以下の式から算出する。

【0066】

生起時刻 = 現在のシミュレーション時刻 + 一定時間

この一定時間は、信号周期を用いればよい。信号周期は、青比率と平均待ち時間とから以下のようにして算出される。

【0067】信号周期 =  $2 \times \text{平均待ち時間} / (100 - \text{青比率}) \times 100$

s24では、処理対象の車両群に対して次の事象が起こる生起時刻を

10 生起時刻 = 次の信号周期開始時刻 + (流出区間に存在している前方の車両の出会い数 / 流出容量) 出算する。

【0068】また、事象処理部3はs13、s16、またはs21で出発処理または移動処理を行った場合、処理対象の車両群を存在または移動させた道路区間が該車両群の目的地であるかどうかを判定する。事象処理部3は、この判定で目的地であると判定すると、この車両群について現在のシミュレーション時刻を生起時刻とし、事象種別を到着とした事象データを作成する。

20 【0069】以上のように各処理に対応して算出した生起時刻で、事象種別が移動、または到着である事象データを作成し、事象管理部2が管理している他の車両群の事象データに対して、生起時刻が時刻順になるようにソートする事象データの登録を行う（s25）。

【0070】また、上記s14で到着処理が行われた車両群については、s25にかかる事象データの登録が行われない。したがって、到着処理が行われた車両群については、これ以降事象管理部2で管理される事象データが無くなる。

30 【0071】交通状況データ作成部5は、事象処理部3における事象処理結果に基づいて、所定時間毎、例えば5分毎、に図12に示す交通状況関連データを作成する。交通状況データは、リンク毎に平均密度、車種別の通過台数、平均速度、平均リンク旅行時間、渋滞長、および車種別の存在台数を対応付けたデータであり、情報作成時刻が付けられている。

【0072】また、車両群結果データ作成部6は、車両群毎に図13に示す車両結果データを作成する。車両群結果データは、車両群ID、車種、出発地、目的地、出発時刻、到着時刻を対応付けたデータである。

40 【0073】このように、この実施形態の交通流シミュレーション装置1は、各リンクの最下流の道路区間の前方に流出区間を設け、交差点を通過して別の道路に車両群を移動させるときに、該別の道路への車両群の移動が可能であるかどうかを判定する。この判定結果が移動不可であった場合、流出区間に車両群を存在させることにより、各道路を流出できる車両台数や、各道路に存在できる車両台数を制限したので、渋滞が上流に延伸する現象を再現したシミュレーションが行える。したがって、  
50 現実に即したシミュレーション結果を得ることができ

る。

【0074】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、渋滞の延伸現象を再現できる交通流シミュレーションが行えるので、現実に即したシミュレーション結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態である交通流シミュレーション装置の機能構成を示す図である。

【図2】交通需要データを示す図である。

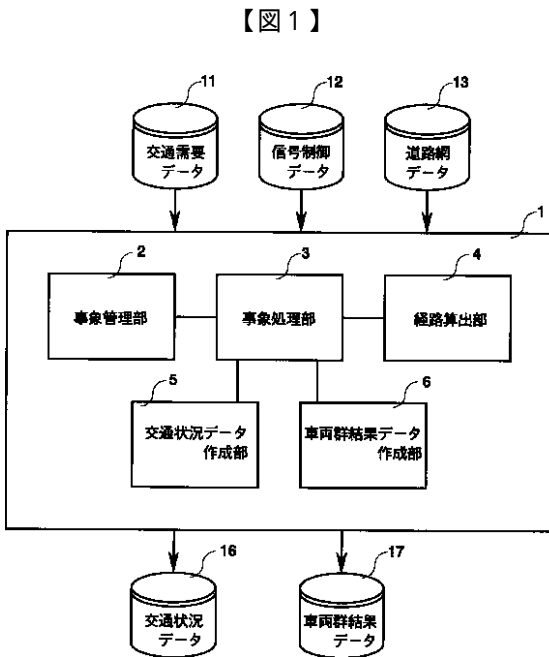
【図3】信号制御データを示す図である。

【図4】シミュレーションに用いる道路網の概念を説明する図である。

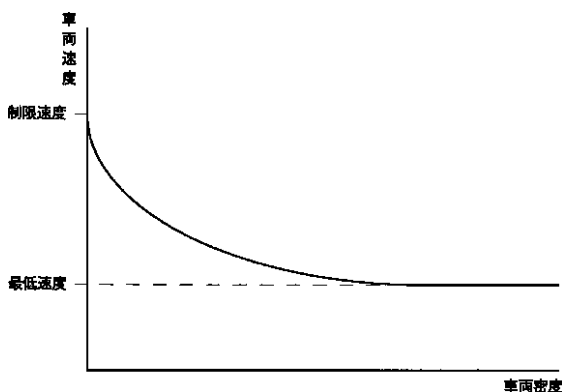
【図5】リンクの分割方法を説明する図である。

【図6】道路網データを示す図である。

【図7】この発明の実施形態である交通流シミュレーション装置の動作を示すフローチャートである。



【図10】



\* ヨン装置の動作を示すフローチャートである。

【図8】事象データを説明する図である。

【図9】判定関連データおよび交通状況関連データを説明する図である。

【図10】車両密度と車両速度との関係を説明する図である。

【図11】事象処理を示すフローチャートである。

【図12】シミュレーション結果から得られる交通状況データを示す図である。

10 【図13】シミュレーション結果から得られる車両群結果データを示す図である。

【符号の説明】

1 - 交通流シミュレーション装置

2 - 事象管理部

3 - 事象処理部

【図3】

12 : 信号制御データ

制御時刻	信号機ID	リンクID	平均待ち時間	青比率
8:15 ~ 8:20	0001	L0002	27秒	45%
	0002	L0122	30秒	50%
	0003	L1042	36秒	60%
	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕
制御時刻	信号機ID	リンクID	平均待ち時間	青比率
8:20 ~ 8:25	0001	L0002	22秒	50%
	0002	L0122	30秒	50%
	0003	L1042	38秒	60%
	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕

⊕  
⊕  
⊕

【図2】

【図8】

11 : 交通需要データ

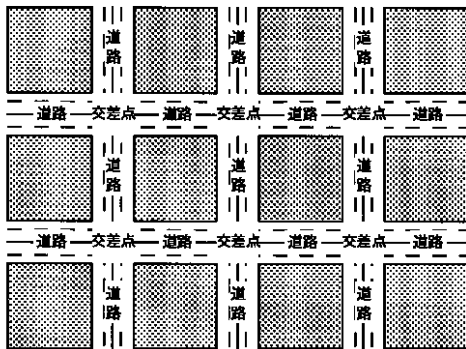
事象データ

車両群ID	出発地	目的地	出発時刻	車種	車両台数	生起時刻	車両群ID	事象種別
0001	京都市	長岡京市	8:15-30	大型車	1	8:15-30	0001	出発
0002	亀岡市	京都市	8:30-00	普通車	2	8:30-00	0002	出発
0003	京都市	宇治市	9:23-35	小型車	3	9:23-35	0003	出発
⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕

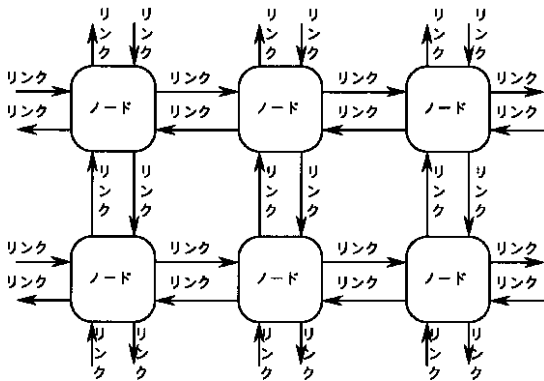
【図4】

【図7】

(A)



(B)



シミュレーション装置

シミュレーション環境構築 s1

シミュレーション要素更新 s2

生起時刻が最も近い未来の事象抽出 s3

s4

事象有

シミュレーション時刻更新 s5

事象処理 s6

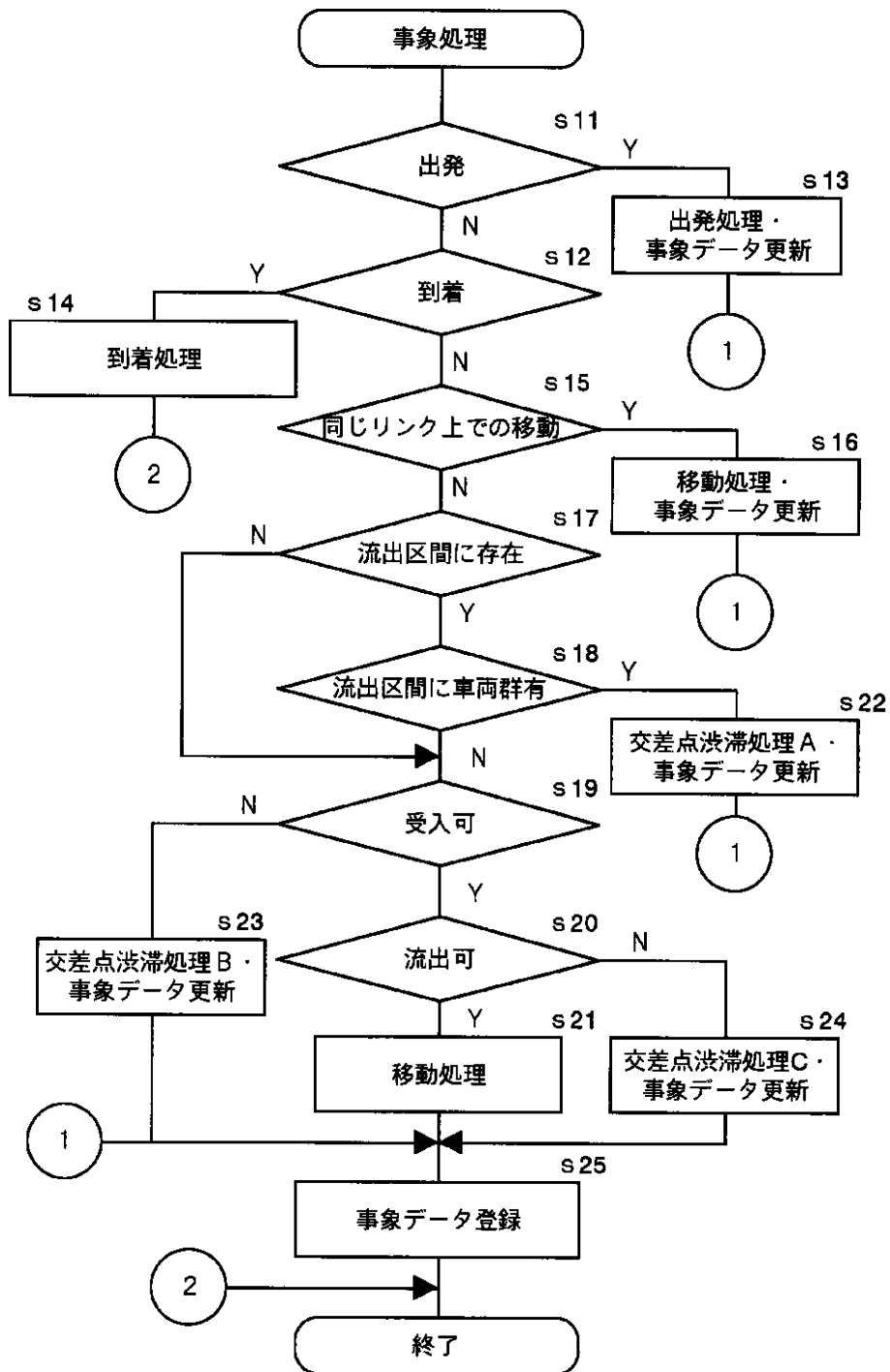
終了

終了





【図11】



【図12】

交通状況データ

リンクID	平均密度	通過台数			平均速度	平均リンク 旅行時間	渋滞長	存在台数		
		大型車	普通車	小型車				大型車	普通車	小型車
		L0002	38台/Km	15				77	6	50Km/h
L0122	25台/Km	41	36	25	45Km/h	140秒	300m	30	77	48
L1042	19台/Km	15	46	18	40Km/h	90秒	200m	150	52	76
⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕

情報作成時刻 8:15~8:20

⋮

リンクID	平均密度	通過台数			平均速度	平均リンク 旅行時間	渋滞長	存在台数		
		大型車	普通車	小型車				大型車	普通車	小型車
		L0002	42台/Km	41				46	54	46Km/h
L0122	30台/Km	25	76	45	42Km/h	160秒	200m	46	56	78
L1042	17台/Km	10	44	22	40Km/h	90秒	200m	97	47	46
⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕

情報作成時刻18:15~18:20

フロントページの続き

(72)発明者 北村 隆一  
京都府京都市左京区吉田本町36の1番地  
京都大学内

(72)発明者 藤井 聡  
京都府京都市左京区吉田本町36の1番地  
京都大学内

(72)発明者 菊池 輝  
京都府京都市左京区吉田本町36の1番地  
京都大学内

(72)発明者 加藤 義昭  
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不  
動堂町801番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 馬淵 透  
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不  
動堂町801番地 オムロン株式会社内

Fターム(参考) 5H180 AA01 BB15 EE02