

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4950590号
(P4950590)

(45) 発行日 平成24年6月13日 (2012. 6. 13)

(24) 登録日 平成24年3月16日 (2012. 3. 16)

(51) Int. Cl.

G 0 8 G 1 / 0 1 (2 0 0 6 . 0 1)

F I

G 0 8 G 1 / 0 1 A

請求項の数 10 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-214802 (P2006-214802)	(73) 特許権者	000001487
(22) 出願日	平成18年8月7日 (2006. 8. 7)		クラリオン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-40825 (P2008-40825A)		埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
(43) 公開日	平成20年2月21日 (2008. 2. 21)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成20年12月25日 (2008. 12. 25)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	熊谷 正俊
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社日立製作所
			日立研究所内
		(72) 発明者	奥出 真理子
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社日立製作所
			日立研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交通情報提供装置、交通情報提供システム、交通情報の送信方法、および交通情報の要求方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置であって、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出するフィルタ用基底演算装置と、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出する射影ノルム演算装置と、

前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれを、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成出力する相関フィルタと、

前記生成出力された補完対象リンクリストを分析対象として前記交通情報履歴に登録されている前記交通情報のうち、前記補完対象リンクに該当するリンクの交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各補完対象リンクにおける交通情報を成分として有する基底である補完用基底を算出する補完用基底演算装置と、

10

20

プローブカーから取得される現況交通情報と、前記補完用基底とを基に、合成係数用基底を算出し、前記合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出する合成係数演算装置と、

前記算出された合成係数に基づき、前記補完用基底演算装置によって算出された前記補完用基底を線形結合することにより、前記現況交通情報が欠損しているリンクにおける交通情報の推定値を算出する交通情報推定装置と、

を備えることを特徴とする交通情報提供装置。

【請求項 2】

前記合成係数演算装置は、

前記現況交通情報の欠損値を、所定の条件下の交通情報に対する統計処理によって算出されている統計情報で補った交通情報を取得し、前記欠損値を統計情報で補った交通情報を基に、補完用基底の成分に重み付けを行った重み付け補完用基底を算出し、前記欠損値を前記統計情報で補った交通情報と、前記算出した重み付け補完用基底を基に、前記合成係数を算出すること

を特徴とする請求項 1 に記載の交通情報提供装置。

【請求項 3】

交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置であって、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出するフィルタ用基底演算装置と、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける前記交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出する射影ノルム演算装置と、

前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれを、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成出力する相関フィルタと、

前記生成出力された補完対象リンクリストを基に、前記提供対象領域における、前記補完対象リンクリストに登録されていない補完対象外のリンクを選択し、前記補完対象外のリンクに相当する要素を前記特徴空間基底から除外することによって、補完用の部分基底を算出する部分基底演算装置と、

プローブカーから取得される現況交通情報と、前記部分基底とを基に、合成係数用部分基底を算出し、前記合成係数用部分基底に対する重みである合成係数を算出する合成係数演算装置と、

前記算出された合成係数に基づき、前記部分基底演算装置によって出力された前記部分基底を線形結合することにより、前記現況交通情報が欠損しているリンクにおける交通情報の推定値を算出する交通情報推定装置と、

を備えることを特徴とする交通情報提供装置。

【請求項 4】

前記合成係数演算装置は、

前記現況交通情報の欠損値を、所定の条件下の交通情報に対する統計処理によって算出されている統計情報で補った交通情報を取得し、前記欠損値を統計情報で補った交通情報を基に、前記部分基底演算装置によって出力される前記部分基底に対する重みである合成係数を算出すること

を特徴とする請求項 3 に記載の交通情報提供装置。

【請求項 5】

前記相関フィルタは、

前記フィルタ用基底演算装置により出力される特徴空間基底の数によって決まる補完可能閾値により補完の可否判定を行うこと

を特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の交通情報提供装置。

【請求項 6】

通信ネットワークを介して接続されるプローブ端末から発行されるアップロード通知の受信を契機に、前記現況交通情報を参照し、あるエリア内において存在するリンク群のうち、所定時間内に前記現況交通情報が収集された補完対象リンクの割合である、補完対象リンクのエリアカバー率を算出して、前記算出したエリアカバー率と、予め設定してある前記通信ネットワークの通信容量の上限である補完対象リンクのアップロード閾値との比較を行うことによって、前記エリアカバー率が、前記アップロード閾値より小さいか否かを判定し、前記エリアカバー率が前記アップロード閾値より小さいと判定された場合、前記補完対象リンクの現況交通情報のアップロードを優先すべく前記プローブ端末に通知し、前記エリアカバー率が前記アップロード閾値より大きいと判定された場合、あるエリア内において存在するリンク群のうち、所定時間内に前記現況交通情報が収集された、前記補完対象リンクリストに登録されていないリンクである補完対象外リンクの割合である、補完対象外リンクのエリアカバー率を算出し、全ての前記補完対象外リンクにおいて、前記補完対象外リンクのエリアカバー率が、前記アップロード閾値より小さいか否かを判定し、前記補完対象外リンクのエリアカバー率が、前記アップロード閾値より小さいときに、前記補完対象外リンクの現況交通情報の前記交通情報提供装置へのアップロードを優先すべく前記プローブ端末に対して通知し、前記補完対象外リンクのエリアカバー率が、前記アップロード閾値より大きいときに、前記補完対象リンクの現況交通情報の前記交通情報提供装置へのアップロードを優先すべく前記プローブ端末に対して通知するアップロード要求装置と、

を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の交通情報提供装置。

【請求項 7】

交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置であって、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出するフィルタ用基底演算装置と、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出する射影ノルム演算装置と、

前記主成分分析のスペクトル分解を用いることによって、共分散行列の分解から得られる分散で重み付けした前記射影ノルムを基に決定した補完可能閾値と、前記リンク毎の射影ノルムのそれぞれとを比較することによって、前記リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成出力する相関フィルタと、

前記生成出力された補完対象リンクリストを分析対象として前記交通情報履歴に登録されている前記交通情報のうち、前記補完対象リンクに該当するリンクの交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各補完対象リンクにおける交通情報を成分として有する基底である補完用基底を算出する補完用基底演算装置と、

プローブカーから取得される現況交通情報と、前記補完用基底とを基に、合成係数用基底を算出し、前記合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出する合成係数演算装置と、

前記算出された合成係数に基づき、前記補完用基底演算装置によって算出された前記補

10

20

30

40

50

完用基底を線形結合することにより、前記現況交通情報が欠損しているリンクにおける交通情報の推定値を算出する交通情報推定装置と、

を備えることを特徴とする交通情報提供装置。

【請求項 8】

交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供システムであって、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出するフィルタ用基底演算装置と、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出する射影ノルム演算装置と、

前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれに対し、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成出力する相関フィルタと、を有する交通情報提供装置と、

前記交通情報提供装置とは通信ネットワークを介して接続され、

前記交通情報提供装置から送信される補完対象リンクリストを受信して格納する補完対象リンクリスト格納装置と、

プローブ端末自身で収集した交通情報を格納する交通情報格納装置と、

前記交通情報提供装置に前記交通情報の送信要求を発行したことを契機に、前記交通情報格納装置に格納された前記交通情報を参照し、前記交通情報の容量と、前記通信ネットワークの通信容量を基に算出されるアップロード容量の上限との比較判定を行い、前記交通情報の容量が前記アップロード容量の上限より大きい場合に、前記補完対象リンクリストに登録されていないリンクの交通情報を優先して前記交通情報提供装置へ送信するアップロードフィルタ装置を有するプローブ端末と、

を備えることを特徴とする交通情報提供システム。

【請求項 9】

少なくとも演算装置と記憶装置と通信装置とから構成されるプローブ端末、および少なくとも演算装置と記憶装置とから構成され、交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置と、が通信ネットワークを介して接続されて成る交通情報提供システムにおける交通情報の送信方法であって、前記交通情報提供装置の前記演算装置は、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出し、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出し、

前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれを、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成し、

前記生成された補完対象リンクリストを分析対象とし、前記記憶装置に格納されてある前記交通情報履歴に登録されている交通情報のうち、前記補完対象リンクに該当するリン

10

20

30

40

50

クの交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各補完対象リンクにおける交通情報を成分として有する基底である補完用基底を算出し、

プローブ端末から取得される現況交通情報と、前記補完用基底とを基に、合成係数用基底を算出し、前記合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出し、

前記算出された合成係数に基づき、前記算出された補完用基底を線形結合し、前記現況交通情報が欠損しているリンクにおける交通情報の推定値を算出し、

前記プローブ端末の前記演算装置は、

前記通信装置を介して前記交通情報提供装置に対し交通情報の送信要求を発行するタイミングで、前記通信装置を介して前記交通情報提供装置から前記補完対象リンクリストを受信し、前記記憶装置に格納し、

前記記憶装置に格納してあるプローブ端末自身で収集した交通情報を参照し、前記交通情報の容量と前記通信ネットワークの通信容量を基に算出されるアップロード容量の上限とを比較し、

前記比較の結果、前記交通情報の容量が前記アップロード容量の上限より大きいと判定したとき、前記記憶装置に格納された前記補完対象リンクリストに登録されていないリンクの交通情報を優先して前記交通情報提供装置へ送信すること、

を特徴とする交通情報の送信方法。

【請求項10】

複数のプローブ端末と、前記プローブ端末とは通信ネットワークを介して接続され、少なくとも通信装置と演算装置と記憶装置とから成り、交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置とから成る交通情報提供システムにおける交通情報の要求方法であって、

前記交通情報提供装置の前記演算装置は、

前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出し、

前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出し、

前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれに対し、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成し、

前記生成された補完対象リンクリストを分析対象とし、前記記憶装置に格納されてある前記交通情報履歴に登録されている交通情報のうち、前記補完対象リンクに該当するリンクの交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各補完対象リンクにおける交通情報を成分として有する基底である補完用基底を算出し、

プローブ端末から取得される現況交通情報と、前記補完用基底とを基に、合成係数用基底を算出し、前記合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出し、

前記通信装置を介して前記プローブ端末から発行される交通情報の送信要求の受信を契機に、前記現況交通情報を参照し、前記提供対象領域内において存在するリンク群のうち、所定時間内に交通情報が収集された前記補完対象リンクの割合である補完対象リンクのエリアカバー率を算出して、予め設定してある通信ネットワークの通信容量の上限である補完対象リンクのアップロード閾値との比較を行い、

前記比較の結果、前記エリアカバー率が前記アップロード閾値より小さいと判定した場合に、前記補完対象リンクの現況交通情報を優先して前記交通情報提供装置へ送信するように前記通信装置を介して前記プローブ端末に通知し、

前記エリアカバー率が前記アップロード閾値より大きいと判定した場合に、あるエリア

10

20

30

40

50

内において存在するリンク群のうち、所定時間内に前記現況交通情報が収集された、前記補完対象リンクリストに登録されていないリストである補完対象外リンクの割合である、補完対象外リンクのエリアカバー率を算出し、全ての前記補完対象外リンクにおいて、前記補完対象外リンクの前記エリアカバー率が、前記アップロード閾値より小さいか否かを判定し、前記補完対象外リンクの前記エリアカバー率が、前記アップロード閾値より小さいとき前記補完対象外リンクの現況交通情報を優先して前記交通情報提供装置へ送信するように前記通信装置を介して前記プローブ端末に通知し、前記補完対象外リンクのエリアカバー率が、前記アップロード閾値より大きいとき前記補完対象リンクの現況交通情報を優先して前記交通情報提供装置へ送信するように前記通信装置を介して前記プローブ端末に通知すること、

10

を特徴とする交通情報の要求方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プローブデータ（交通情報）の欠陥をリアルタイムに推定補完し、プローブ端末に網羅的な推定補完情報を提供することのできる、交通情報提供装置、交通情報提供システム、交通情報の送信方法、および交通情報の要求方法の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

交通情報サービスの役割は、渋滞箇所をドライバに知らせ、最適な経路へと導き、また、所要時間を見積ることである。社会的な観点からは、限られた道路資源を有効に活用し、需給バランスを改善することで、環境負荷の低減、渋滞による経済損失の抑制などの効果が期待される。

20

当初の交通情報サービスは、特定の道路区間の現況情報を提供することからスタートしたが、今日ではさまざまな形態に多様化を遂げつつある。この多様性の方向には大きく分けて2つある。ひとつは、予測情報の提供という時間方向の拡張である。これは予測情報の利用により、長距離の移動や長期的な配送計画においても、最適な経路選択や所要時間の見積りを可能とするものである。そして他のひとつは、プローブカーによる交通情報の提供エリアの拡大、すなわち空間方向の拡張である。これは、既存の路上センサではカバーされていない道路（リンク）についても交通情報の収集・提供を行うことで、より効果的なサービスの確立を目指すものである。

30

ここで、交通情報とは、例えば、該当するリンクの旅行時間をいう。

【0003】

プローブカーシステムでは車両自体がセンサであるため、VICS（Vehicle Information and Communication System：登録商標）等のように路上インフラに依存しない交通情報の収集が可能であり、原理的には全ての道路における交通情報の提供が可能である。しかしながら、センサである車両の走行位置およびプローブデータ（プローブカーから送られるデータ）をプローブデータセンタに送るタイミングが確率的なものであることから、その情報品質は路上センサで収集される連続的なデータとは大きく異なり、空間的、時間的に大きな欠損を含む。

40

例えば、プローブカーの台数を全国で10万台とした場合、プローブカーが取得できる時間密度は、リンク当たりの平均で1時間に1回程度である。これを現行の路上センサと同等の5分周期のデータとして利用する上で、時系列上での欠損率は8割から9割以上に達する。このように疎なプローブデータを路上センサの相補的な情報源として活用するには、何らかのデータ補完技術が必要となる。

【0004】

路上センサで収集される交通情報から他のリンクの交通情報を補完する技術として、例えば、交通情報が欠損したリンクの交通情報を、そのリンクと接続される上流および下流のリンク、あるいは並走するリンクの交通情報から推定する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

50

また、過去のプローブデータから複数リンクにおけるリンク間の相関関係を表す特徴空間を生成し、現況のプローブデータをその欠損に応じて特徴空間に射影することで、欠損したリンクの交通情報の推定補完を行う技術も知られている。特徴空間射影により推定補完を行うことの利点は、複数のリンクの間で相関のある成分に交通情報を分解し、その成分毎に補完データの算出および合成を行うことで、過去のプローブデータに含まれる多様な相関情報を活用した補完処理が可能になることにある（例えば、特許文献2および非特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平7-129893号公報（段落「0012」～段落「0038」、図1）

【特許文献2】特開2006-85511号公報（図5～図9）

【非特許文献1】情報処理学会研究報告「高度交通システム」、熊谷正俊著、No. 20、2005年3月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前記した特許文献1に開示された技術によれば、プローブデータのデータ系列に占める欠損値の比率（欠損率）が高い場合には、プローブデータを得ることができないリンクが存在する。そのため、このようなプローブデータを用いて、複数のリンク間の交通情報を推定することは不可能である。すなわち、プローブデータの欠損率が高い場合（現況の交通情報が、欠損しているリンクが多い場合）、対象となるリンクの周辺リンクの交通情報が、全て不明といった状況が生じることが多いため、周辺リンクからの推定補完が不可能である。また、あるリンクの交通情報を周辺のリンクから推定するにしてもリンクの接続関係が複雑な地域においては、推定精度が著しく低下し、推定情報が現況の交通情報と大きく乖離するといった問題があった。

また、過去のプローブデータを統計利用すれば欠損率が高い場合も推定は可能であるが、統計処理されたプローブデータは、過去のものであり、必ずしも現況を表すものではない。

【0006】

一方、特許文献2、あるいは非特許文献1に開示された技術では、過去に蓄積されたプローブデータと、対象となるリンク以外のリンクにおいて収集された現況のプローブデータとから、現況のプローブデータ（現況プローブデータ：現況交通情報）が収集されなかったリンク（現況の交通情報が欠損しているリンク）における交通情報を、予め算出しているリンク間の交通情報の相関に基づいて推定することによって、推定補完を行う。

また、相関の高いリンクと低いリンクとを峻別することなく推定補完を行うため、相関の低いリンクについては、補完演算が不安定になり、結果的に、特定のリンクの情報が現況、推定補完を含めて欠損しやすくなる。更に、推定補完処理の結果から、すなわち結果論でしか相関の高低を判別できなかったため、推定補完処理を終えた後に相関が低いリンクについては推定補完に使えないことがわかり、効率的に交通情報提供エリアのカバー率の拡大を図ることができないといった問題があった。

【0007】

ここで、リンクの接続関係とは、実際のリンクの接続を表し、リンクの相関とは、あるリンクの交通情報が、他のリンクの交通情報に与える影響のことをいう。例えば、あるリンクAの交通情報（例えば、旅行時間）が増減すると、それに伴って他のリンクBの交通情報も増減する場合、リンクAの交通情報とリンクBの交通情報とは相関があるという。また、リンクBの交通情報の増減は、リンクAの交通情報の増減とは、独立して、つまり無関係に生じているとき、リンクAの交通情報とリンクBの交通情報とは、相関がない（無相関）という。

以降、リンク間の交通情報の相関の有無または高低を、リンクの相関（リンク相関）の有無または高低と適宜記載する。

【0008】

本発明は前記した課題を解決するためになされたものであり、事前に相関が低いリンクを峻別する仕組みを構築することで、推定補完（単に補完とも言う）のデータと合わせて情報提供エリアのカバー率（エリアカバー率）の拡大をはかった、交通情報提供装置、交通情報提供システム、交通情報の送信方法、および交通情報の要求方法を得ることを目的とする。

すなわち、本発明は、特徴空間に対するリンクの射影ノルムを推定補完の可否を判定するための指標とすることで事前にリンク相関の高低を判別でき、また、相関の低いリンクのデータ収集優先度を上げることにより情報提供エリアのカバー率の拡大を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記した課題を解決するために、本発明は、交通情報の提供対象領域のリンクについて収集された前記交通情報の履歴である交通情報履歴を参照して、当該提供対象領域における複数のリンクに関する交通情報を提供する交通情報提供装置であって、前記交通情報履歴は、前記提供対象領域のリンクについて、前記交通情報の欠損を伴っており、前記欠損を伴う交通情報履歴に含まれている、前記複数のリンクの前記交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各リンクにおける交通情報を成分として有する基底である特徴空間基底を複数算出するフィルタ用基底演算装置と、前記算出された特徴空間基底のそれぞれを軸ベクトルとする特徴空間を生成し、前記複数のリンクそれぞれにおける交通情報をベクトル表現し、そのベクトルを前記特徴空間へ射影することによって射影ベクトルを生成し、この射影ベクトルのノルムである射影ノルムを前記リンク毎に算出する射影ノルム演算装置と、前記算出されたリンク毎の射影ノルムのそれぞれを、補完可能閾値と比較することによって、リンク毎に補完の可否を判定し、前記判定の結果、補完可能と判定されたリンクである補完対象リンクの情報を含む補完対象リンクリストを生成出力する相関フィルタと、前記生成出力された補完対象リンクリストを分析対象として前記交通情報履歴に登録されている前記交通情報のうち、前記補完対象リンクに該当するリンクの交通情報に対し、欠損値付きの主成分分析を行うことによって、各補完対象リンクにおける交通情報を成分として有する基底である補完用基底を算出する補完用基底演算装置と、プローブカーから取得される現況交通情報と、前記補完用基底とを基に、合成係数用基底を算出し、前記合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出する合成係数演算装置と、前記算出された合成係数に基づき、前記補完用基底演算装置によって算出された前記補完用基底を線形結合することにより、前記現況交通情報が欠損しているリンクにおける交通情報の推定値を算出する交通情報推定装置と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、特徴空間に対するリンクの射影ノルムを交通情報の補完の可否を判定するための指標とすることで事前にリンクの相関の高低を判別でき、また、相関の低いリンクのデータ収集優先度を上げることにより情報提供エリアのカバー率の拡大が図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

（第1実施形態）

図1は、第1実施形態に係る、例えば、プローブデータセンタに設置される交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図である。

第1実施形態に係る交通情報提供装置は、記憶装置である過去プローブデータデータベース11と、演算装置であるフィルタ用基底演算装置12、射影ノルム演算装置13、相関フィルタ14、補完用基底演算装置15、合成係数演算装置16、交通情報推定装置17とで構成される。

【0012】

過去プローブデータデータベース11には、所定領域のリンクについて収集された過去のプローブデータ履歴（交通情報履歴）が多数格納されている。

10

20

30

40

50

プローブデータ履歴は、例えば、タイムスタンプ、リンクID、リンクあたりの旅行時間、速度、渋滞度に関する情報の時系列集合からなる。

フィルタ用基底演算装置12は、過去プローブデータデータベース11から複数のリンクの欠損を伴うプローブデータ履歴を取得して欠損値付きの主成分分析を行い、欠損値付きの主成分分析を行った結果得られる複数のリンクにおいて相関をもって変化する交通情報の成分をそのリンク群に関する特徴空間の基底（特徴空間基底）として射影ノルム演算装置13へ出力する。欠損値付きの主成分分析については、前記した特許文献2および非特許文献1に詳細に開示されているため、ここでの説明は省略する。

また、射影ノルム演算装置13は、フィルタ用基底演算装置12により出力される特徴空間基底を軸ベクトルとして複数のリンクの相関関係を表す特徴空間を生成し、この特徴空間上における射影ベクトルのノルム（射影ノルム）を算出して相関フィルタ14に出力する。特徴空間基底については後記する。ここで、射影ベクトルとは、対象となるリンクをベクトルで表現したとき、このベクトルを特徴空間に射影したベクトルである。射影ノルムは、例えばリンクをベクトル表現したベクトルと、特徴空間との角度を算出し、この角度を用いて前記したベクトルの余弦を求めることによって算出することができる。

【0013】

相関フィルタ14は、射影ノルム演算装置13により出力される射影ノルムに応じてリンク毎に推定補完の可否を判定し、補完対象リンクリストを生成して補完用基底演算装置15へ出力する。

なお、ここで、補完対象リンクリストとは、射影ノルムが補完可能閾値を超えたリンクを列挙したもので、少なくとも、リンク番号と、補完可否コード（0：不可、1：可）（補完対象リンクの情報）から成る。詳細は後記する。

また、補完用基底演算装置15は、過去プローブデータデータベース11に格納されているプローブデータ履歴のうち、相関フィルタ14により出力される補完対象リンクリストに補完可能なリンクとして登録されているリンクのプローブデータ履歴に対して、欠損値付きの主成分分析を行う。そして、補完用基底演算装置15は、欠損値付きの主成分分析の結果、生じる補完の対象である補完対象リンクにおいて相関をもって変化する交通情報の成分をそのリンク群に関する補完用基底として合成係数演算装置16および交通情報推定装置17へ出力する。

【0014】

合成係数演算装置16は、図示せぬプローブカーから取得される現況のプローブデータ（現況プローブデータ）を基に、補完用基底演算装置15によって出力される補完用基底から合成係数用基底を算出する。そして、合成係数演算装置16は、現況プローブデータと、合成係数用基底とを基に、重み付き射影によって、この合成係数用基底に対する重みである合成係数を算出して交通情報推定装置17へ出力する。

ここで、合成係数用基底とは、補完用基底の要素のうち、現況プローブデータにおいて欠損していないリンクに対応する要素のみで構成された基底である。

ここで、要素とは、基底ベクトルの要素（すなわち、成分）である。例えば、100本のリンクからなる基底があるとすると、各リンクに対応する成分が要素となる。詳しくは、図2を参照して後記する。

交通情報推定装置17は、合成係数演算装置16により出力される合成係数に基づき、補完用基底演算装置15によって出力される補完用基底を線形結合することにより、補完に用いる交通情報の推定値（推定補完情報）を算出し、車載端末へ送信する。

【0015】

なお、前記した合成係数演算装置16と、交通情報推定装置17については、特許文献2に、それぞれ、合成強度演算装置104、交通情報推定装置105として詳細な開示があるため、ここでの説明は省略する。

【0016】

ここで、図1に示す第1実施形態に係る交通情報提供装置の動作を説明する前に、本実施形態における欠損値付きの主成分分析の基本的な考え方について図2を参照しながら説

10

20

30

40

50

明する。図2は、プローブデータを複数の基底で表現した模式図である。

図2において、等号の左辺は、複数のリンク（リンク1～リンク3）におけるある瞬間の交通情報（ここでは、旅行時間）の値を線の太さで表したものであり、等号の右辺は、それを複数の基底の線形結合として表したものである。右辺において、基底のそれぞれは（基底 $W(1)$ 、 $W(2)$ ）、各リンクにおいて相関をもって変化する交通情報の成分で構成され、各基底の合成係数は無相関に変化する。交通情報をこのように表現することで、複数リンクにおける交通状況の傾向を、各基底の合成係数の大きさによって表すことができる。

【0017】

例えば、基底 $W(1)$ におけるリンク1、リンク2、リンク3それぞれの成分を、 $[l_{11}, l_{12}, l_{13}] = [0.1, 0.1, 1.0]$ とすれば、それはリンク1～3の交通情報に“1:1:10”という比例関係で変化する成分が含まれていることを意味する。そして、基底 $W(2)$ において、リンク1～3それぞれの成分が、 $[l_{21}, l_{22}, l_{23}] = [1.0, 0.1, 0.5]$ であれば、先の“1:1:10”という比例関係とは別に、“10:1:5”という比例関係で変化する成分も含まれていることになる。

そして、“1:1:10”で変化する成分の強度（基底 $W(1)$ の合成係数 a_1 ）と、“10:1:5”で変化する成分の強度（基底 $W(2)$ の合成係数 a_2 ）によって、リンク1とリンク2に比べて、リンク3が卓越して渋滞している、あるいは、リンク1が渋滞して、リンク2は空いているなど、リンク1～3の交通状況がどのような傾向にあるかを表現することができる。すなわち、ある瞬間の交通情報は、複数の基底と、合成係数とによって表現することができる。このようなリンク間の相関関係を表す基底のバリエーションは、当該リンク群の交通情報が持つ情報量の次数（成分の数）によって決まる。

このとき、各基底の成分が、要素となる。例えば、基底 $W(1)$ において、0.1, 0.1, 1.0はそれぞれ要素であり、各要素は、リンク1、リンク2、およびリンク3に対応する。

【0018】

図3は、基底のそれぞれを特徴空間座標上に表現した模式図である。

図2に示す基底の考え方を特徴空間という観点でとらえると、図3に示されるように、基底のそれぞれは特徴空間を構成する軸ベクトルであり、合成係数が特徴空間における座標に相当する。すなわち、図2に示す、当該リンク群におけるある瞬間の交通情報は、特徴空間の1点によって近似的に表すことができる。

逆に、現況の交通情報がプローブデータのように大きな欠損を含むものであっても、それを特徴空間上の1点に射影することができれば、その特徴空間座標の1点を元の交通情報データ空間（N本のリンクを軸とするN次元空間）に逆射影することによって、交通情報が欠損したリンクを推定補完することができる。このような特徴空間への射影を用いた推定補完には、複数リンクの間で相関のある成分毎に推定値が算出されるため、さまざまな要因による複合的な現象として観測される交通情報を適切に補完できるというメリットがある。

【0019】

図3において、基底 m を基底ベクトル P_m （ m は、1から M までの整数） $= [p_{m1}, p_{m2}, \dots, p_{mN}]'$ で示す。この成分表記をリンク座標系とよぶ。同様に、リンク座標系で表すと、リンク i の単位ベクトルは、 $E_i = [0, 0, \dots, 1, 0, \dots, 0]$ という、第 i 要素のみが1で、残りの要素が0のベクトルである。

この場合、基底1～基底 M で張られる特徴空間（図中、網掛けが付された平行四辺形）に対して、基底ベクトル P_m （ $m=1 \sim M$ ）は正規直交基底であるため、リンク i の単位ベクトルの射影点 T_i は、ベクトル E_i と基底ベクトル P_m の内積で構成され、 $T_i = [P_1, P_2, \dots, P_M]' E_i = P' E_i$ である（ M 次元の特徴空間座標系）。ここで、 $P = [P_1, P_2, \dots, P_M]$ と表記することとする。この射影点を N 次元のリンク座標系で表すと、 $PT_i = P P' E_i$ という形になる。

10

20

30

40

50

【0020】

また、相関フィルタ14は、前記した方法でフィルタリングを行う代わりに、以下に記述する方法で、フィルタリングを行ってもよい。

ところで、射影行列 PP' の要素 (i, j) を単純に展開すると、 $p_{1i}p_{1j} + p_{2i}p_{2j} + \dots + p_{mi}p_{mj}$ であり、 $p_{mi}p_{mj}$ を要素 (i, j) として持つ行列は、 $P_m P_m'$ として表すことができる。したがって、 $PP' = P_1 P_1' + P_2 P_2' + \dots + P_M P_M'$ と変形することができる。

ここで、主成分分析のスペクトル分解を用いると、リンク1～Nのデータの共分散行列 V は、 $V = \lambda_1 (P_1 P_1') + \lambda_2 (P_2 P_2') + \dots + \lambda_M (P_M P_M')$ と分解して表すことができる。ここで、 λ_m は、基底 m におけるデータの分散である。この形は、前記した射影行列 PP' を構成する各基底ベクトル P_m に、分散 λ_m で重み付けした形に他ならない。そこで、スペクトル分解のこの性質を利用し、図1に示す相関フィルタ14は、射影ベクトル $PP' E_i$ のノルム（射影ノルム）を用いる代わりに、分散で重み付けした射影ベクトル $\{\lambda_1 (P_1 P_1') + \lambda_2 (P_2 P_2') + \dots + \lambda_M (P_M P_M')\} E_i$ のノルムを用いて推定補完の可否についてフィルタリングしてもよい。

10

【0021】

前記した主成分分析のスペクトル分解を用いることで、分散の大きい基底をより重視してフィルタリングを行うことができる。

【0022】

図4は、第1実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

20

以下、図4に示すフローチャートを参照しながら図1に示す本発明の第1実施形態に係る交通情報提供装置の動作について詳細に説明する。

【0023】

まず、フィルタ用基底演算装置12は、過去プローブデータデータベース11から、プローブデータ履歴を読み出す。なお、読み出す対象期間は、道路構造の変化や季節の変化、曜日の変化、あるいは事故や工事などによる特異な渋滞による影響等が基底に反映される影響を考慮して、1週間、1カ月等、任意に定めるものとする。また、読み出すプローブデータ履歴は、交通情報推定装置17で推定する交通情報の種類に対応する必要があるが、リンク旅行時間とリンクの平均速度は、リンク長を用いて相互に変換可能であり、渋滞度もリンクの平均速度から概算することが可能であるため、ここでは代表的にリンク旅行時間を用いるものとする。

30

そして、フィルタ用基底演算装置12は、読み出したプローブデータ履歴を取得して欠損値付きの主成分分析を行い、欠損値付きの主成分分析を行った結果得られる複数のリンクにおいて相関をもって変化する交通情報の成分をそのリンク群に関するフィルタ用の基底である特徴空間基底として算出し、算出した特徴空間基底を射影ノルム演算装置13へ出力する（ステップS401）。

【0024】

続いて、射影ノルム演算装置13は、フィルタ用基底演算装置12により出力される特徴空間基底を軸ベクトル（軸）として、特徴空間を生成し、各リンクに対応するベクトルを特徴空間に射影した射影ベクトルの射影ノルムを算出して、算出した射影ノルムを相関フィルタ14へ出力する（ステップS402）。前記したように射影ノルムは、例えばリンクをベクトル表現したベクトルと、特徴空間との角度を算出し、この角度を用いて前記したベクトルの余弦を求めることによって算出することができる。

40

相関フィルタ14は、射影ノルムと、補完可能閾値とを比較することによってリンク毎に推定補完の可否を判定し（ステップS403）、判定の結果、射影ノルムが補完可能閾値を超えたリンク（すなわち、補完対象となるリンク）のリストである補完対象リンクリストを生成して補完用基底演算装置15へ出力する。なお、補完可能閾値は、フィルタ用基底演算装置12により出力される特徴空間基底の数によって決まる。

【0025】

ここで、推定補完の可否判定の詳細について説明する。

50

なお、ここでは、一般的な基底に基づいて説明する。

元データの各サンプル（時系列上のスナップショット、すなわちある瞬間のプロープデータ）は、これら基底の線形結合で表現することができる。この線形結合において、各基底にかかる合成係数が主成分であり、各サンプルに含まれている基底毎の重みを表す。また、基底を軸ベクトルとする特徴空間を考えれば、基底にかかる合成係数とは、特徴空間における座標に他ならない。

主成分分析で得られる基底は順位を持ち、上位の基底ほど元のデータについてメジャーな成分（情報量の大きな成分、例えば、複数リンクの交通情報が同じ傾向で変化する成分）を表し、下位の基底ほどマイナーな成分（例えば、ある1本のリンクだけに含まれるノイズ等）を表す。すなわち、基底を多く使うほど、元の情報を細部まで再現することが可能になり（データの復元率が上がる、すなわち累積寄与率が上がる）、どのようなリンクの交通情報をも表すことができる。このとき、各リンクの交通情報に相当する単位ベクトルの特徴空間への射影ノルムは、どんなリンクでも1に近くなる（例えば、 $x - y - z$ 空間に射影するようなもの）。

【0026】

一方で、基底の数を限定（特徴空間の次元を限定）すれば、メジャーな成分しか表せないため、マイナーな成分しか持たないリンクについては特徴空間への射影ノルムは限りなく0に近づく（例えば、 z 軸に平行なベクトルを、 $x - y$ 平面に射影するようなもの）。また、対照的に、メジャーな成分を含むリンクは、その成分に相当する分だけ、特徴空間射影において大きな射影ノルムを持つ（例えば、 x 軸成分、 y 軸成分を多く含むベクトルを、 $x - y$ 平面に射影するようなもの）。

【0027】

以上、要約すると、基底の数を増やすとノイズ的な成分も表せるため、相関の低いリンクであっても基底で張られる特徴空間への射影ノルムは大きくなる。従って、その分射影ノルムに対する補完可能閾値を大きくして、その補完可能閾値より大きな射影ノルムを持つリンクはノイズ的なリンクではないとして、補完が可能であると判定する。

一方、基底の数を減らすと、その特徴空間で表される情報量が自ずと減るため、他のリンクと高い相関をもって変化するリンクでないと大きな射影ノルムは得られない。そこで、射影ノルムに対する補完可能閾値を小さくしてメジャーなデータ成分を多少なりとも含んでいるリンクを補完可能であると判定する。

したがって、マイナーな成分しか持たないリンクを除外するには、基底の数を多くするほど、射影ノルムの補完可能閾値を高くする必要がある。

なお、補完可能閾値の大小の判定は相対的には前記したとおりであるが、補完可能閾値を絶対量とするときは、実際の運用に際してのチューニングが必要になる。

【0028】

ここでは、補完可能閾値決定の指標として、前記した累積寄与率を用いることとした。これは、元の情報量の何割が、基底によって表現できるかを示す指標である。前記したように、基底の数を多くして累積寄与率が100%に近づけば他のリンクとの相関が低いマイナーなプロープデータも表現されるようになる。

【0029】

説明を図4に戻す。

相関フィルタ14により生成される補完対象リンクリストは、補完可能閾値を超えた射影ノルムのリンクを列挙したものになる。相関フィルタ14は、各リンクの射影ノルムと補完可能閾値とを比較し、少なくとも、補完可能閾値を超えたリンクのリンク番号（リンクに対し、一意に付されるID（Identification））と補完可否コードとから成る補完対象リンクリストを図示せぬ記憶装置へ登録すると同時に、補完用基底演算装置15へ出力する。相関フィルタ14は、この処理を、交通情報の提供対象となる領域における全リンクについて行う。

ここで、補完可否コードとは、リンク毎に補完が可能であるか否か（ステップS403の結果）をリンクID毎に、1（可能）、0（不可能）の組み合わせで表現したものであ

10

20

30

40

50

る。

続いて、補完用基底演算装置 15 は、過去プローブデータデータベース 11 に格納されたプローブデータ履歴に登録されているリンクの交通情報のうち、補完対象リンクリストに登録されている補完対象リンクの交通情報に対して欠損値付きの主成分分析を行い、当該補完対象リンクにおいて、相関をもって変化する交通情報の成分をそのリンク群に関する補完用基底として合成係数演算装置 16 および交通情報推定装置 17 へ出力する（ステップ S404）。すなわち、過去プローブデータデータベースに格納されているプローブデータ履歴のうち、補完可能なリンクにおけるプローブデータ履歴を選択して、これらのプローブデータ履歴に対して、再び欠損値付きの主成分分析を行う。

【0030】

なお、補完対象リンクは、時刻や日種にかかわらず、一定とすることも可変とすることもできる。例えば、時刻や日種（曜日、十五日、平日／休日、大型連休、学校休業期間、天気等）に応じて、補完用基底の算出を行ってもよいし、時刻や日種を考慮しないで、補完用基底の算出を行ってもよい。一方、時刻や日種に応じて補完用基底の算出を行った場合は、算出した補完用基底を時刻や日種に応じて、プローブデータ履歴における交通情報を使い分けることで補完精度の向上が期待できる。

前記したステップ S401～ステップ S404 の処理は、図 4 に示すフローチャート中、ループ 1 の中で実行される。ループ 1 は、過去データから補完用基底を決定する処理であり、補完用基底の更新周期毎に実行するループである。ループ 1 は、例えば、1 日に 1 回、あるいは 1 週間に 1 回等の周期で実行するものとする。

【0031】

一方、ループ 2 は、現況プローブデータと補完用基底を用いた合成係数の係数（推定値）の決定、および、この合成係数を用いて交通情報の推定値を算出する処理であり、現況プローブデータの収集タイミング、または提供タイミング毎に実施される。

合成係数演算装置 16 は、車載端末から交通情報の提供要求を受信すると、プローブカーから現況プローブデータを取得し、この現況プローブデータを基に、補完用基底演算装置 15 によって出力される補完用基底から、合成係数用基底を算出し、取得した現況プローブデータを算出した合成係数用基底の和として表すための合成係数を、重み付き射影によって算出し、交通情報推定装置 17 に出力する（ステップ S405）。

重み付き射影は、例えば「線形代数とその応用」（G・ストラング著、山口昌哉 監訳、井上昭 訳、産業図書）において詳細に説明されている。

ここで、合成係数用基底とは、補完用基底の要素のうち、現況プローブデータにおいて欠損していないリンクに対応する要素のみで構成された基底である。

そして、交通情報推定装置 17 は、合成係数演算装置 16 によって出力される合成係数に基づき、補完用基底演算装置 15 によって出力される補完用基底を線形結合し、現況プローブデータが欠損しているリンクの推定補完に用いる交通情報の推定値（推定補完情報）を計算する（ステップ S406）。

最後に、交通情報推定装置 17 が、現況のプローブデータが収集されなかったリンク（交通情報が欠損となったリンク）について、S406 で算出された推定補完情報を出力する（ステップ S407）。

なお、例えば、プローブカーが、現況プローブデータを 5 分周期毎に提供するのであれば、前記したステップ S405～S407 の処理は、同じ 5 分周期で実行される。

【0032】

前記したように本発明の第 1 実施形態によれば、特徴空間に対するリンクの射影ノルムを推定補完の可否を判定するための指標とし、事前にフィルタリングすることで、相関の低いリンクを用いて推定補完を行うことがなくなり、結果的に特定のリンクの情報が現況、補完を含めて欠損しやすくなるといった事態を回避することができる。

【0033】

（第 2 実施形態）

図 5 は、第 2 実施形態に係る交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図であり、図

10

20

30

40

50

6 は、第 2 実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

なお、第 1 実施形態と共通する要素については説明を省略する。

図 6 において、ステップ S 6 0 1 から、ステップ S 6 0 3 までは、図 4 のステップ S 4 0 1 から、ステップ S 4 0 3 と同様の処理のため、説明を省略する。

図 5 に示す本発明の第 2 実施形態において、図 1 に示す第 1 実施形態との差異は、第 1 実施形態の補完用基底演算装置 1 5 の代替として、部分基底演算装置 2 5 を用い、相関フィルタ 2 4 により出力される補完対象リンクリストを参照して、交通情報の提供対象の領域におけるリンクのうち、補完対象リンクリストに登録されていないリンクを補完対象外のリンクとして選択し、この補完対象外のリンクに相当する要素をリンク群に関する特徴空間基底から除外して補完用の部分基底を合成係数演算装置 2 6 および交通情報推定装置 2 7 に出力したことにある（図 6 のステップ S 6 0 4 ）。

10

【 0 0 3 4 】

なお、ここでいう補完対象外リンクに相当する要素をリンク群に関する基底から除外することの意味について補足する。

交通情報の提供対象となる領域におけるリンクが 1 0 0 本あった場合、基底のそれぞれは 1 0 0 個の成分から構成される 1 0 0 次元ベクトルになる。この 1 0 0 次元ベクトルを、5 つの基底ベクトルで表現できるならば、前記した 1 0 0 次元ベクトルは、5 つの基底ベクトルで構成される 5 次元部分空間となる。

第 2 実施形態では、1 0 0 本のリンクのうち、補完対象外のリンクが 1 0 本あったとすれば、元の空間からそれらの要素（補完対象外のリンクに対する要素）を除外し、9 0 次元空間の中で 5 次元の特徴空間を用いて補完を行うことになる。

20

【 0 0 3 5 】

ここで、第 2 実施形態が第 1 実施形態と異なる点を、以下に概要する。

第 1 実施形態では、ステップ S 4 0 1（図 4 参照）において算出した特徴空間基底を基に、相関フィルタ 1 4 が、補完対象リンクを選択し、補完用基底演算装置 1 5 が、この選択された補完対象リンクのプロープデータ履歴を用いて、再度主成分分析を行うことによって、補完対象外リンクの影響を除外した補完用基底を算出している。

第 2 実施形態では、相関フィルタ 2 4 が、ステップ S 6 0 1 において算出した特徴空間基底を基に、補完対象リンクを選択するところまでは、第 1 実施形態と同様の処理である。しかし、この処理の結果、得られた補完対象外リンクに対応する要素を、部分基底演算装置 2 5 が、ステップ S 6 0 1 で算出した特徴空間基底の要素から、除外する点が第 1 実施形態と異なる。すなわち、第 2 実施形態において、交通情報提供装置は、第 1 実施形態における 2 度目の主成分分析を行わない。

30

【 0 0 3 6 】

具体的に、部分基底の取り出し処理の概要について図 9（a）、（b）を参照しながら説明する。図 9 は、第 2 実施形態における部分基底の抽出処理を示す模式図であり、（a）は、フィルタリング前の特徴空間基底を、（b）は、フィルタリング後の部分基底を、それぞれリンク毎に対比して示した模式図である。ここでは、リンク 2 とリンク 4 とが補完対象から除外されたものとする。

図 9 から明確なように、フィルタリング前、各特徴空間基底（基底 $P_1 \sim P_M$ ）は、いずれも N 次元ベクトルで表現されていたものが、フィルタリング後、特徴空間基底の数に変化はないものの各基底の要素が減少し、ここでは、 $(N - 2)$ 次元ベクトルになっている。

40

【 0 0 3 7 】

ここでは、特徴空間基底を作るのに N 本のリンクを用いたが、図 9 の例では、射影ノルムを用いた判定でリンク 2 とリンク 4 が補完対象外になったため、それらの要素を除いたベクトルを補完用の基底である部分基底となる。

前記したようにリンク 2 およびリンク 4 を除外するリンクとして選択する処理は、射影ノルムを基にリンク毎に補完の可否を判定することによってなされる（図 4 のステップ S 4 0 3 と同様の処理）。

50

【0038】

前記した本発明の第2実施形態によれば、第1実施形態では、前記した理由によりフィルタ用基底演算装置12と、補完用基底演算装置15のそれぞれで行われていた欠損値付き主成分分析を、フィルタ用基底演算装置22でのみ1回で済ませることができる。よって、交通情報提供装置は、計算量を軽減することができる。なお、部分基底演算装置25により出力される部分基底は、正規直交基底ではなくなるという点が異なるが、合成係数演算装置26、交通情報推定装置27による処理には影響しない。

合成係数演算装置26は、プローブカーから得られる現況プローブデータを基に、部分基底演算装置25によって出力される部分基底から、合成係数用部分基底を算出し、この合成係数用部分基底に対する合成係数を現況プローブデータから重み付き射影によって算出する(図6のステップS605)。

10

ここで、合成係数用部分基底とは、部分基底の要素のうち、現況プローブデータにおいて欠損していないリンクに対応する要素のみで構成された基底である。

【0039】

交通情報推定装置27は、合成係数演算装置26から出力される合成係数に基づいて、部分基底演算装置25によって出力される部分基底を線形結合し、現況プローブデータが欠損しているリンクの推定補完に用いる推定値(推定補完情報)を算出する(図6のステップS606)。そして、交通情報推定装置27は、現況プローブデータが収集されなかったリンク(交通情報が欠損となったリンク)について、ステップS606で算出された推定補完情報を出力する(図6のステップS607)。

20

【0040】

なお、図5のフィルタ用基底演算装置22、射影ノルム演算装置23、相関フィルタ24、部分基底演算装置25、合成係数演算装置26および交通情報推定装置27は、演算装置として動作し、過去プローブデータデータベース21は、記憶装置として動作する。

【0041】

(第3実施形態)

図7は、第3実施形態に係る交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図であり、図8は、第3実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

第1実施形態と共通の要素に関しては、説明を省略する。

図7に示す本発明の第3実施形態において、図1に示す第1実施形態との差異は、合成係数演算装置36に、現況情報(現況プローブデータ)のみならず、図示省略した統計情報DBから取得される統計情報も入力していることにある。具体的には、現況情報の欠損値を統計情報によって補った値を合成係数演算装置36の入力としている。さらに、合成係数演算装置36は、補完用基底に重み付けを行った重み付け補完用基底を算出し、この重み付け補完用基底を基に、合成係数の算出を行う。他は、第1実施形態と同様である。

30

統計交通情報とは、例えば、ある条件下の交通情報に対して、平均化などの統計処理を行った交通情報である。

【0042】

ここで、統計情報を用いる理由について説明する。そもそも欠損値と現況情報(観測値)とが混在した中から特徴空間座標を決定することは、複数の基底の線形結合によって、誤差(観測値と、基底の線形結合によって得られる値の誤差)ノルムが最小で観測値を近似できるように、線形結合の合成係数を決定する、ということである。

40

ここで、統計情報は、例えば、図示しない交通情報センタから交通情報提供装置の交通情報DBにダウンロードされ、統計交通情報DBに格納されているものとする。

このとき、誤差ノルムとは、リンク3、リンク5、...が観測されていたとすれば、リンク3の観測値の二乗誤差+リンク5の観測値の二乗誤差+...というかたちで、観測値が得られた各リンクの観測値について近似誤差の二乗の和を演算した値である。ここで、観測データが得られなかったリンク1、リンク2、およびリンク4について、欠損値の代わりに統計情報を用い、重み付けWを用いて重み付け射影を行うことで、リンク3の二乗誤差+リンク5の二乗誤差+...+ $W \times$ (リンク1の二乗誤差+リンク2の二乗誤差+リンク3

50

の二乗誤差 + リンク 4 の二乗誤差 + ...) というかたちで誤差ノルムを定義しなおせば、統計情報を含めた近似誤差に基づいて、特徴空間座標を決定することが可能になり、観測値が少ない場合にも、わずかな観測値に左右されることなく、特徴空間を安定して決定することができる。

一方で、本実施形態は、リアルタイムに得られた観測値を反映して補完を行うことを目的としているため、前記した演算式の重み付けWを適宜小さくすることで、安定性を維持しながら、観測値を重視した補完が可能になる。

ここで、重み付けWは、実験的に得られる値である。

【0043】

図10は、現況情報と統計情報のマージの仕方を模式的に表現した図であり、(a)リンク毎の現況情報と、(b)統計情報と、(c)合成係数演算装置に入力される統計情報とマージされた情報の関係を示している。

図中、黒塗りされたブロックは観測値、空白ブロックは欠損値、ハッチングされたブロックは統計情報とする。図10に示されるように、マージされた入力は、合成係数演算装置26によって、現況プローブデータの欠損値を統計情報に置換したものになっている。

【0044】

次に、図7を参照しつつ、図8に沿って、第3実施形態に係る交通情報提供装置の動作を説明するために引用したフローチャートである。

なお、図8において、ステップS801～ステップS804は、図4のステップS401～ステップS404の処理と同様であるため、説明を省略する。

合成係数演算装置36は、現況プローブデータの欠損値を統計交通情報DBから取得した統計情報に置換し、この情報を基に補完用基底演算装置35によって出力される補完用基底に重み付けを行った重み付け補完用基底に対する重みである合成係数を算出する(ステップS805)。次に、交通情報推定装置37は、合成係数演算装置36から出力される合成係数に基づいて、補完用基底演算装置35によって出力される補完用基底を線形結合し、プローブデータが欠損しているリンクの推定補完に用いる推定値(推定補完情報)を算出する(ステップS806)。また、重み付け補完用基底とは、現況プローブデータが得られた要素と、統計交通情報が得られた要素とで、重み付けを変えた補完用基底である。

そして、交通情報推定装置37は、現況プローブデータが収集されなかったリンク(交通情報が欠損となったリンク)について、ステップS806で算出された推定補完情報を出力する(ステップS807)。

【0045】

第3実施形態では、補完用基底演算装置35によって出力された補完用基底を用いて、合成係数演算装置が合成係数を算出しているが、これに限らず、第2実施形態で用いた部分基底演算装置25(図5参照)によって出力された補完用基底を用いてもよい。

この場合、図8のステップS804は、図6のステップS604に置き換わり、図8のステップS805の処理は、「合成係数演算装置36(図7参照)は、現況プローブデータの欠損値を統計交通情報DBから取得した統計情報に置換し、置換した情報から、補完対象外リンクに相当する要素を除外し、この補完対象外リンクを除外した情報を基に部分基底演算装置25によって出力される部分基底に重み付けを行った重み付け部分基底に対する重みである合成係数を算出する」となる。そして、図8のステップS806およびステップS807の処理は、図6のステップS606およびステップS607に置き換わる。

ここで、部分基底に対する重み付けは、第3実施形態と同様の重み付けである。

【0046】

本発明の第3実施形態によれば、合成係数演算装置36による合成係数の計算が安定し、現況プローブデータより統計情報の重み付けWを低く設定することで、合成係数演算装置36、交通情報推定装置37を通した処理としては、統計情報を現況プローブデータの実測値で補正する効果が得られる。

【 0 0 4 7 】

なお、前記した交通情報提供装置は、プローブデータセンタに設置されるプローブセンタサーバに実装され、プローブカーに搭載されるプローブ端末との間で現況プローブデータを交換するための通信を行う。

以下、前記した第1実施形態～第3実施形態の応用として、補完の可否に応じて効率的な現況プローブデータのアップロード制御を行う交通情報提供システムについて説明する。

【 0 0 4 8 】

(交通情報提供システムの第1実施形態)

図11は、交通情報提供システムの第1実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。

10

第1実施形態に係る交通情報提供システムは、交通情報提供装置としてのプローブセンタサーバ10と、複数のプローブ端末20とが、通信ネットワーク30を介して接続され、構成される。

【 0 0 4 9 】

プローブセンタサーバ10は、過去プローブデータデータベース101と、フィルタ用基底演算装置102と、射影ノルム演算装置103と、相関フィルタ104とで構成される。なお、ここでは、図1、図5および図7に示される補完用基底演算装置15, 35、部分基底演算装置25、合成係数演算装置16, 26, 36、交通情報推定装置17, 27, 37が、図1、図5および図7と同様の形で構成されているが、図11では図示省略されている。

20

過去プローブデータデータベース101には、前記したように、所定領域のリンクについて収集された過去のプローブデータ履歴が格納されている。また、フィルタ用基底演算装置102は、過去プローブデータデータベース101から複数のリンクの欠損を伴うプローブデータ履歴を取得して欠損値付きの主成分分析を行い、複数のリンクにおいて相関をもって変化する交通情報の成分をそのリンク群に関する特徴空間基底として射影ノルム演算装置103へ出力する。射影ノルム演算装置103は、フィルタ用基底演算装置102により出力される基底を軸ベクトルとして複数のリンクの相関関係を表す特徴空間を生成し、特徴空間上における射影ベクトルのノルム(射影ノルム)を算出して相関フィルタ104に出力する。

30

【 0 0 5 0 】

相関フィルタ104は、射影ノルム演算装置103により出力される射影ベクトルの射影ノルムに応じてリンク毎に推定補完の可否を判定し、補完対象リンクリストを生成する。相関フィルタ104により生成される補完リンクリストは、交通情報配信のリクエストがあったプローブカー(プローブ端末20)へ図示せぬ通信装置から配信されることになる。

ここでは、プローブセンタサーバ10に対して、情報リクエストを発行したプローブカー(プローブ端末20)が現況プローブデータのアップロードの対象になるものとして説明する。

【 0 0 5 1 】

40

一方、プローブ端末20は、補完対象リンクリスト格納装置201と、記憶装置である現況プローブデータデータベース202と、演算装置および通信装置であるアップロードフィルタ203(アップロードフィルタ装置)とで構成される。

補完対象リンクリスト格納装置201には、プローブセンタサーバ10から送信される補完対象リンクリストが格納される。なお、ここでいう補完対象リンクリストとは、リンク番号と補完可否コード(0:不可、1:可)が列挙されたものになっている。また、現況プローブデータデータベース202(交通情報格納装置)には、近過去から現在までの、例えば、最新30分に収集した現況プローブデータがリンク毎に格納されているものとする。

【 0 0 5 2 】

50

アップロードフィルタ 203 は、補完対象リンクリスト格納装置 201 に格納されている補完対象リンクリストを用いて現況プローブデータ（プローブデータ）を選別し、選別した現況プローブデータをプローブセンタサーバ 10 へアップロードする機能を持つ。アップロードフィルタ 203 が、プローブセンタサーバ 10 へ現況プローブデータをアップロードするための手順を、図 12 にフローチャートで示す。

図 12 は、第 1 実施形態に係る交通情報提供システムの動作を示すフローチャートである。

なお、アップロードフィルタ 203 は、プローブセンタサーバ 10 に対し現況プローブデータのアップロード通知を受信するタイミングで、プローブセンタサーバ 10 から補完対象リンクリストを受信し、補完対象リンクリスト格納装置 201 に格納するものとする。

10

【 0053 】

図 12 のフローチャートにおいて、プローブ端末 20 が、プローブセンタサーバ 10 に対し、現況プローブデータの送信要求を発行したことを契機に、アップロードフィルタ 203 は、まず、現況プローブデータデータベース 202 に格納してある、プローブ端末 20 が収集した現況プローブデータを参照し、送信される全現況プローブデータの容量と、通信ネットワーク 30 の通信容量、通信コスト等によって、プローブ端末 20 が算出するアップロード容量の上限値とを比較する（ステップ S121）ことによって、送信される全現況プローブデータが、アップロード容量に収まるか否かを判定する（ステップ S122）。ここで、全現況プローブデータがアップロード容量の上限値より少ない場合は（アップロード容量に収まる：ステップ S122 “Yes”）、アップロードフィルタ 203 は、全現況プローブデータをそのままプローブセンタサーバ 10 にアップロードする（ステップ S123）。

20

全現況プローブデータがアップロード容量の上限値より多い場合（アップロード容量に収まらない：ステップ S122 “No”）、アップロードフィルタ 203 は、補完対象リンクリスト格納装置 201 の格納されている補完対象リンクリストから判定される補完対象外リンクの現況プローブデータ（データ）とアップロード容量上限値とを比較する（ステップ S124）ことによって、送信される全補完対象外データがアップロード容量に収まるか否かを判定する（ステップ S125）。アップロード容量に収まる場合は（ステップ S125 “Yes”）、アップロードフィルタ 203 は、現況プローブデータデータベース 202 に格納されている現況プローブデータのうち、補完対象外リンクの現況プローブデータを全てプローブセンタサーバ 10 にアップロードし（ステップ S127）、その後、残りのアップロード容量で、現況プローブデータデータベース 202 に格納されている現況プローブデータのうち、補完対象リンクの現況プローブデータを新しい順にプローブセンタサーバ 10 にアップロードする（ステップ S128）。アップロード容量に収まらなかった場合（ステップ S125 “No”）、アップロードフィルタ 203 は、現況プローブデータデータベース 202 に格納されている現況プローブデータのうち、補完対象外リンクの現況プローブデータを新しい順にプローブセンタサーバ 10 へアップロードする（ステップ S126）。そして、アップロードする現況プローブデータが、アップロード容量に達したとき、アップロードフィルタ 203 は、アップロードを中止して、処理を終了させる。

30

40

【 0054 】

なお、新しい順にアップロードする際に発生するリンクの偏りを回避するために、プローブセンタサーバ 10 からプローブ端末 20 に対し、アップロード対象のリンクをその都度動的に通知する仕組みが必要になる。具体的には、補完対象 / 対象外リンクリストの他に、現況プローブデータの収集済み / 未収集リンクのリストも用意し、補完対象外リンクリストと、未収集リンクリストの和集合をアップロード対象としてプローブ端末 20 に通知する処理が付加される。

また、ここでは、補完対象外リンクは、他リンクからの推定補完ができないため、プローブセンタサーバ 10 では交通情報を生成することができない。更に、アップロードフィ

50

ルタ 203 は、補完対象 / 対象外という 2 値ではなく、射影ノルムの大きさの逆数を優先度として優先度の高い順にアップロードすることもできる。

【0055】

(交通情報提供システムの第 2 実施形態)

図 13 は、交通情報提供システムの第 2 実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。

第 1 実施形態と共通の要素については、説明を省略する。

図 11 に示す第 1 実施形態との差異は、図 11 に示す第 1 実施形態は、静的な補完対象リストに基づきプローブ端末 20 が現況プローブデータのアップロード数を制御したのに対し、図 13 に示す第 2 実施形態は、動的な補完対象リストに基づきプローブセンタサーバ 10a がアップロード数を制御することにある。

10

【0056】

第 2 実施形態に係る交通情報提供システムは、図 11 に示す第 1 実施形態同様、交通情報提供装置としてのプローブセンタサーバ 10a と、複数のプローブ端末 20a とが、通信ネットワーク 30 を介して接続され、構成される。

プローブセンタサーバ 10a は、図 11 に示す実施形態が持つ構成に更に、現況プローブデータデータベース 105 と、アップロード要求装置 106 とが付加される。現況プローブデータデータベース 105 には、所定領域のリンクについて、例えば過去 30 分前から収集された現況プローブデータが格納されている。また、アップロード要求装置 106 は、補完対象リンクリストを用いてアップロード対象を動的に決定する機能を持ち、その手順は、図 14 にフローチャートで示されている。

20

【0057】

図 14 は、第 2 実施形態に係る交通情報提供システムの動作を示すフローチャートである。

図 14 において、アップロード要求装置 106 は、プローブ端末 20a から発行される現況プローブデータのアップロード通知の受信を契機に (ステップ S141)、プローブセンタサーバ 10a 内の現況プローブデータデータベース 105 に格納された現況プローブデータを参照し、補完対象リンクのエリアカバー率を算出する (ステップ S142)。そして、アップロード要求装置 106 は、予め設定してある補完対象リンクのアップロード閾値 (通信ネットワークの通信容量の上限) との比較を行い、エリアカバー率が、アップロード閾値以下か否かを判定する (ステップ S143)。ここで、エリアカバー率とは、あるエリア内において存在するリンク群のうち、所定時間内に現況プローブデータが収集されたリンクの割合をいう。本実施形態におけるエリアカバー率は、補完対象リンクにおいて、所定時間内に現況プローブデータが収集されたリンクの割合とする。

30

アップロード要求装置 106 は、アップロード閾値との比較の結果、エリアカバー率がアップロード閾値以下と判定したときに (ステップ S143 “ Yes ”)、補完対象リンクの現況プローブデータのアップロードを優先して送信するようにプローブ端末 20a に通知する (ステップ S144、S145)。

【0058】

一方、エリアカバー率がアップロード閾値を超えると判定したときに (ステップ S143 “ No ”)、アップロード要求装置 106 は、補完対象外リンクのエリアカバー率を算出する (ステップ S146)。ここで、補完対象外リンクのエリアカバー率とは、あるエリア内において存在する補完対象外リンクのうち、所定時間内に現況プローブデータが収集されたリンクの割合をいう。そして、アップロード要求装置 106 は、全ての補完対象外リンクにおいて、補完対象外リンクのエリアカバー率が、アップロード閾値以下か否かを判定し (ステップ S147)、以下のとき (ステップ S147 “ Yes ”)、補完対象外リンクの現況プローブデータのアップロードを優先して送信するようにプローブ端末 20a に通知する (ステップ S148、S145)。超えているとき (ステップ S147 “ No ”)、アップロード要求装置 106 は、補完対象リンクの現況プローブデータのアップロードを優先して送信するようにプローブ端末 20 に通知する (ステップ S149、S

40

50

145)。ここで、「優先して送信する」とは、まず該当するリンクの現況プローブデータを送信した後、余った通信容量分の該当しないリンクの現況プローブデータを新しい順に送信することである。

【0059】

前記したように、第1、および第2実施形態に係る交通情報提供システムによれば、欠損リンクデータの推定補完の可否が示される補完対象リンクリストを利用し、プローブセンタサーバ10、10aとプローブ端末20、20a間において、現況プローブデータの収集制御を行うことで、実測データと推定補完データとを組み合わせ、効率的にプローブデータ適用範囲を拡大することができる。このため、プローブセンタサーバ10、10aは、推定補完の可否に応じた優先度制御を行うことになる。

10

ここでは、特徴空間に対するリンクの射影ノルムをリンクの優先度とし、相関が低ければ他のリンクをもとに推定補完ができないため、実測値が無い限り常に欠損ということになる。従って、相関が低いリンクの収集優先度を高くし、そのデータを積極的に収集する。そのうえで、相関の高いリンク、低いリンク群双方のエリアカバー率を監視しながら優先度を動的に制御している。例えば、相関の高いリンク群は、20%程度のデータがあれば補完できるため、20%超を目標とし、一方、相関の低いリンク群は推定補完ができないため、50%超を目標にデータを収集することが考えられる。この場合、優先度の設定は、リンク群固有の相関の高さとリンク群におけるエリアカバー率との関数ということになる。

【0060】

20

ここで、エリアカバー率について補足する。エリアカバー率とは、前記したように、あるエリア（メッシュ、都道府県、市区町村、幹線道路等）を考えたときに、そのエリアの中で、あるタイムウィンドウの間に現況プローブデータが収集された道路の割合である。道路の距離に関する割合、リンク数の割合等の定義もあるが、ここではリンク数とする。

例えば、過去15分から現在に至るまでのリンクデータを現況情報として考えた場合、100本のリンクのうち、20本のリンクについて過去15分の間に現況プローブデータが収集できているならば、エリアカバー率が20%ということになる。

【0061】

また、アップロード時に対象となるプローブ端末20は、交通情報をアップロード可能な状態にあるプローブカーということになる。具体的には、交通情報をダウンロードしようとしているプローブ端末20が該当する。収集対象を常に動的にコントロールするためには、アップロードするプローブ端末20は、その都度、優先度情報を受信する必要がある。

30

一方、前記した相関の高いリンク20%、相関の低いリンク50%という目標値をプローブ端末20にもあてはめれば、例えば、最新30分の現況プローブデータのうち、この比率を満足するように現況プローブデータをアップロードする方法をとることができる。その場合、相関の高低、すなわち、推定補完の可否判定が更新されない限り、優先度情報は固定的に使用することができる。

【0062】

なお、前記した実施形態によれば、相関フィルタ104により生成される補完対象リンクリストは、リンク番号と補完可否コードの組み合わせが列挙され配信されとしたが、補完可否コード毎にリンク番号がソートされたもの、更に、リンク数がパラメータとして付加されたものが考えられる。

40

また、この場合、補完の可否を決定する補完可能閾値を別途送信することが必要となるが、補完可能閾値にはリンク番号に射影ノルムから算出される優先度情報が付加されたもの、優先度階級が付加されたもの等が考えられる。

【0063】

以上の説明のように本実施形態は、特徴空間に対するリンクの射影ノルムを補完の可否を判定するための指標とし、事前にフィルタリングして補完不可能なリンクとしてプローブ端末に通知し、プローブ端末から現況プローブデータの優先アップロード対象として、

50

現況プローブデータを収集する構成としたものである。このことにより、特徴空間に対するリンクの射影ノルムが、補完の可否を判定するための指標となったことで事前にリンク相関の高低を判別でき、また、相関の低いリンクのデータの収集優先度を上げることで効率的に情報提供エリアのカバー率の拡大が図れる。

【 0 0 6 4 】

なお、図 1、図 5 および図 7 に示す各実施形態において、フィルタ用基底演算装置 1 2 , 2 2 , 3 2、射影ノルム演算装置 1 3 , 2 3 , 3 3、相関フィルタ 1 4 , 2 4 , 3 4、補完用基底演算装置 1 5 , 3 5、部分基底演算装置 2 5、合成係数演算装置 1 6 , 2 6 , 3 6、交通情報推定装置 1 7 , 2 7 , 3 7 は、それぞれ持つ機能をプログラミングして図示せぬ記憶装置に格納し、コンピュータが記憶装置に格納されたプログラムを逐次読み出し実行することによっても同等の作用効果が得られることはいうまでもない。

10

【 0 0 6 5 】

また、図 1 1 および図 1 3 に示す各実施形態において、フィルタ用基底演算装置 1 0 2、射影ノルム演算装置 1 0 3、相関フィルタ 1 0 4、アップロード要求装置 1 0 6 およびアップロードフィルタ 2 0 3 は、それぞれ持つ機能をプログラミングして図示せぬ記憶装置に格納し、コンピュータが記憶装置に格納されたプログラムを逐次読み出し実行することによっても同等の作用効果が得られることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 6 】

【図 1】第 1 実施形態に係る交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図である。

20

【図 2】プローブデータを複数の基底で表現した模式図である。

【図 3】基底のそれぞれを特徴空間座標上に表現した模式図である。

【図 4】第 1 実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

【図 5】第 2 実施形態に係る交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図である。

【図 6】第 2 実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

【図 7】第 3 実施形態に係る交通情報提供装置の内部構成を示すブロック図である。

【図 8】第 3 実施形態に係る交通情報提供装置の動作を示すフローチャートである。

【図 9】第 2 実施形態における部分基底の抽出処理を示す模式図であり、(a) は、フィルタリング前の特徴空間基底を、(b) は、フィルタリング後の部分基底を、それぞれリンク毎に対比して示した模式図である。

30

【図 1 0】現況情報と統計情報のマージの仕方を模式的に表現した図であり、(a) リンク毎の現況情報と、(b) 統計情報と、(c) 合成係数演算装置に入力される統計情報とマージされた情報の関係を示している。

【図 1 1】交通情報提供システムの第 1 実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。

【図 1 2】第 1 実施形態に係る交通情報提供システムの動作を示すフローチャートである。

【図 1 3】交通情報提供システムの第 2 実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。

【図 1 4】第 2 実施形態に係る交通情報提供システムの動作を示すフローチャートである。

40

【符号の説明】

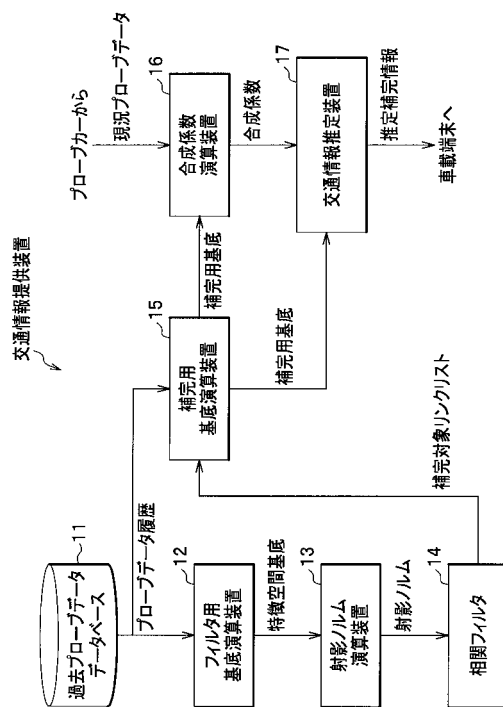
【 0 0 6 7 】

- 1 0 , 1 0 a 交通情報提供装置 (プローブセンタサーバ)
- 1 1 , 2 1 , 3 1 , 1 0 1 過去プローブデータデータベース
- 1 2 , 2 2 , 3 2 , 1 0 2 フィルタ用基底演算装置
- 1 3 , 2 3 , 3 3 , 1 0 3 射影ノルム演算装置
- 1 4 , 2 4 , 3 4 , 1 0 4 相関フィルタ
- 1 5 , 3 5 補完用基底演算装置
- 1 6 , 2 6 , 3 6 合成係数演算装置

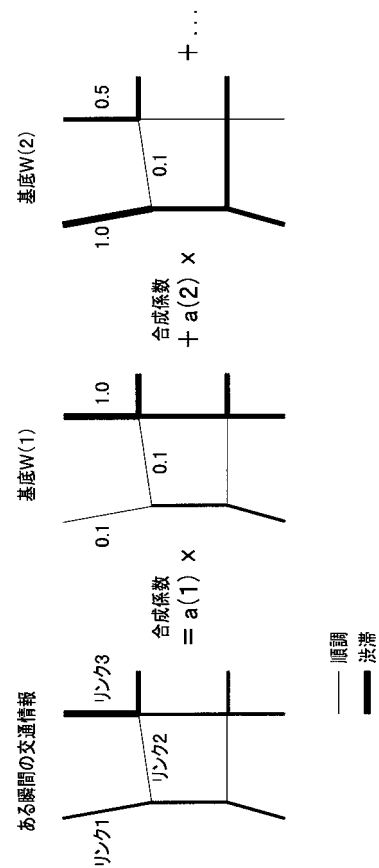
50

- 17, 27, 37 交通情報推定装置
 20, 20a プロブ端末
 25 部分基底演算装置
 30 通信ネットワーク
 105, 202 現況プロブデータデータベース
 106 アップロード要求装置
 201 補完対象リンクリスト格納装置
 203 アップロードフィルタ

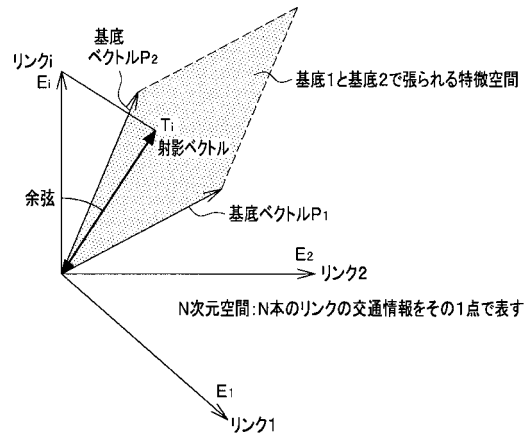
【図1】



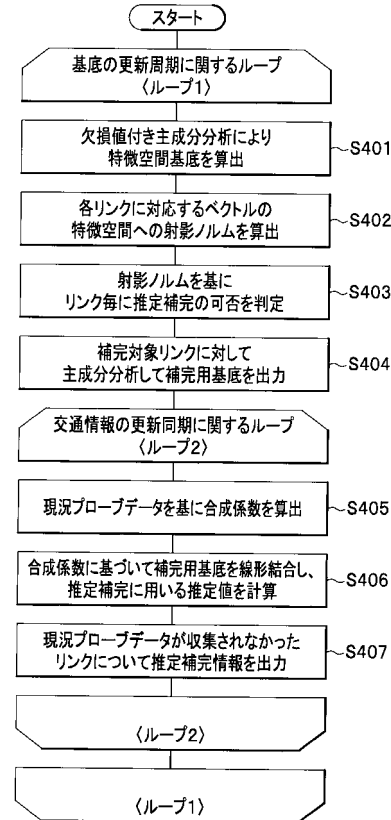
【図2】



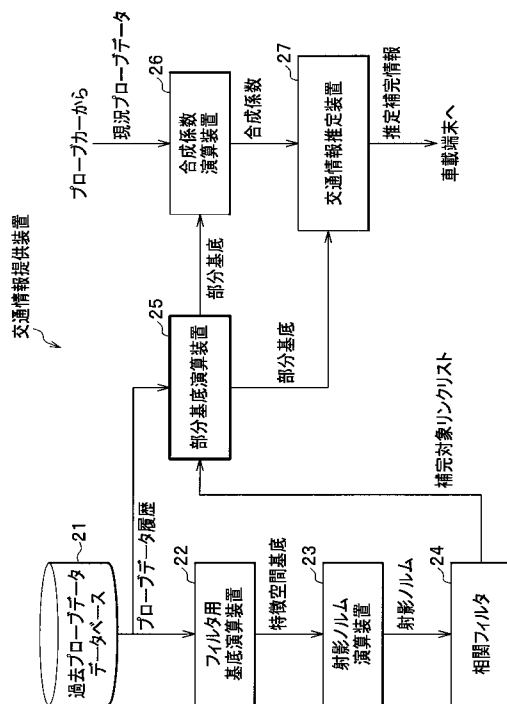
【図3】



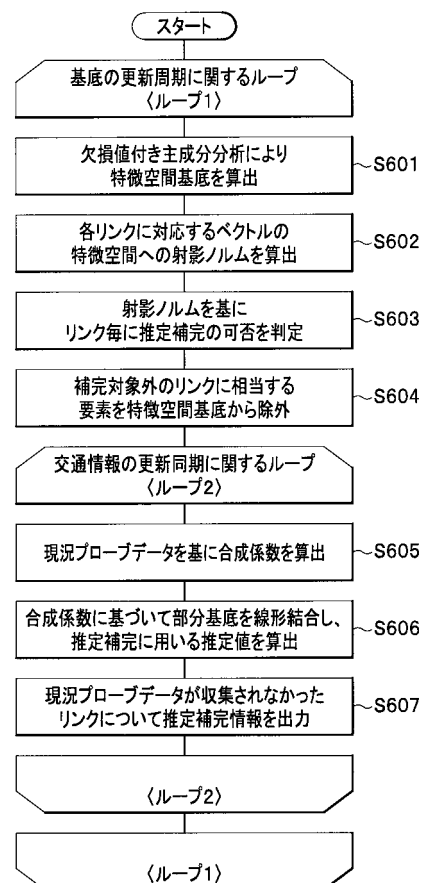
【図4】



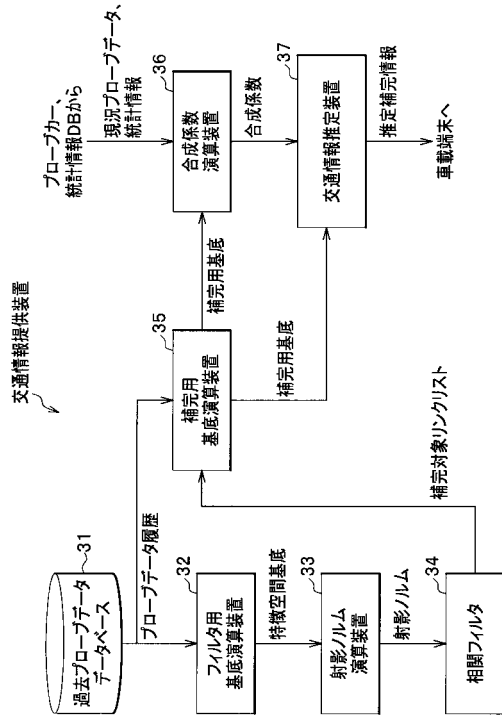
【図5】



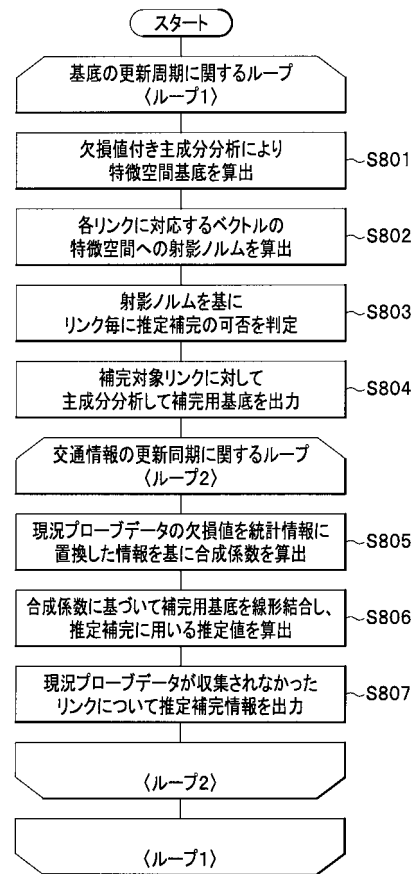
【図6】



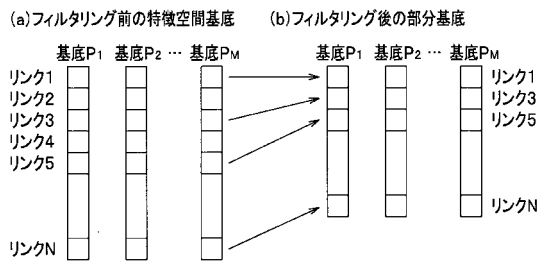
【図7】



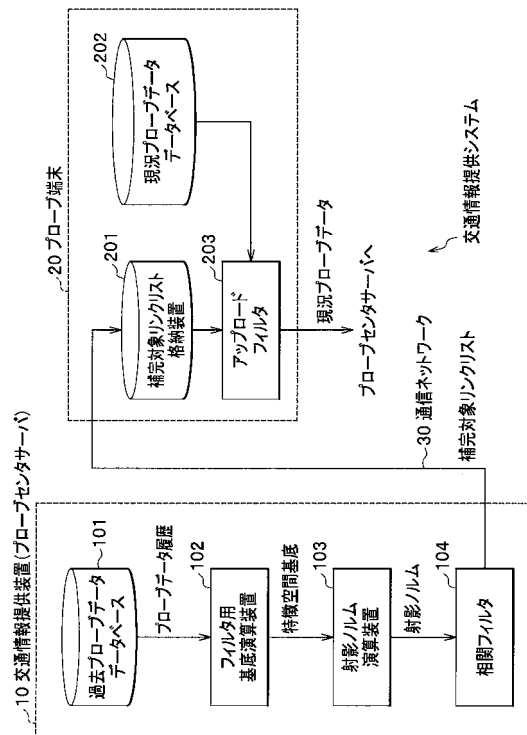
【図8】



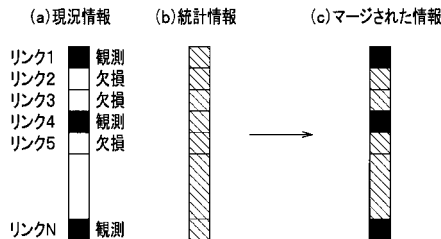
【図9】



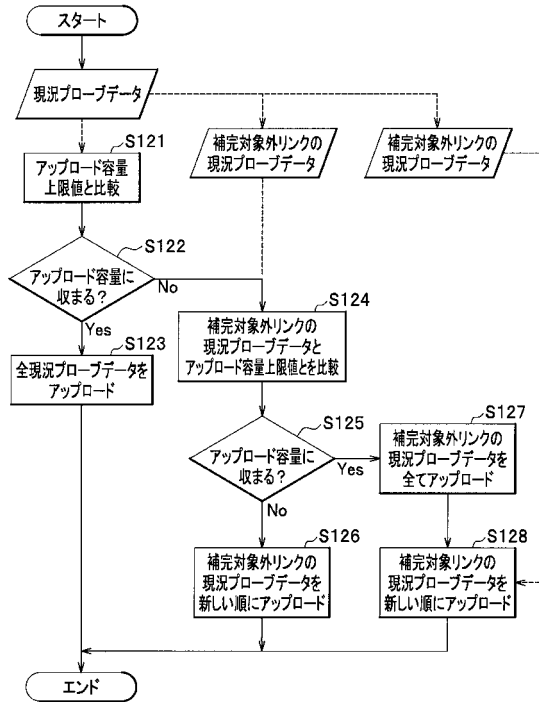
【図11】



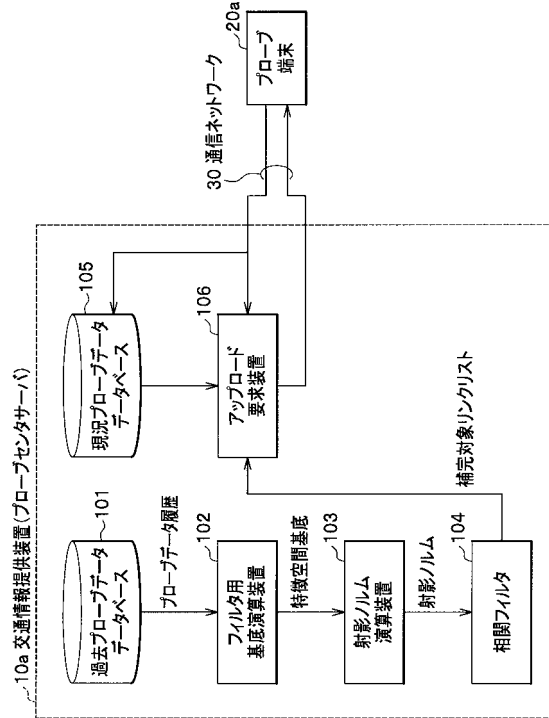
【図10】



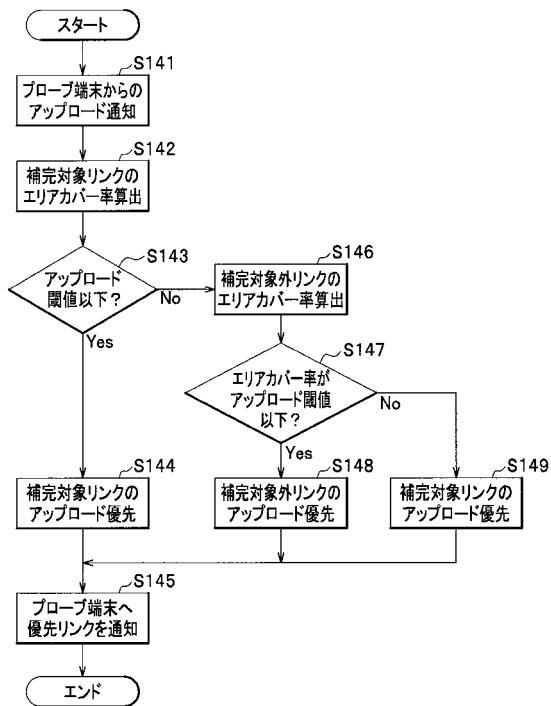
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 谷越 浩一郎

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
内

株式会社日立製作所 日立研究所

審査官 中村 則夫

(56)参考文献 特開2006-251941(JP,A)

特開2006-085511(JP,A)

特開2006-079483(JP,A)

特開2006-039978(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/01