明　細　書

発明の名称 ： 課金処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、道路を走行する車両に課金処理するシステムに関し、特に任意の位置で課金することのできるシステムに関する。

背景技術

[0002] ＤＳＲＣ（Ｄｅｄｉｃａｔｅｄ Ｓｈｏｒｔ Ｒａｎｇｅ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）方式のＥＲＰ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｒｏａｄ Ｐｒｉｃｉｎｇ）システムに続くシステムとしては、車両の走行位置に対応、つまり走行距離に対応して課金するシステムが有望視されている。そのためには、±１０ｍ程度の精度で課金を行い、ドライバに対して課金の事実をリアルタイムに通知することが望まれている。車両の走行位置を特定するには、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）を用いることができる。

[0003] ところが、このＧＰＳによる測位手段を、ＥＲＰの対象地域となる高層ビルが立ち並ぶ市街地に適用しようとすると、ビルや高架によりＧＰＳ信号が遮断されたり、また、ＧＰＳ信号が乱反射したりするマルチパスの問題に直面する。そのため、一般に、高層な構造物が多い市街地においては、ＧＰＳの本来の測位精度を得ることが困難であり、課金位置にズレが生じたり誤った金額で課金がなされたりする恐れがある。また、ＧＰＳの測位精度の低下は、衛星配置や大気の状態等によっても、不特定な状況で発生し、誤差の大きさも時間的に変動する。そのため、ＧＰＳだけでは、課金位置の精度や、課金の信頼性を担保するのが難しい。

[0004] 高層ビル街でのＧＰＳの精度低下に対応するために、例えばジャイロ、加速度センサによって補償すること、あるいは、地図情報を用いて道路上に位置を補正することが想定される。例えば、特許文献１は、環境に起因して発生する測位誤差に関する情報を用いて補正して、車両の位置を特定する提案

を行っている。ＧＰＳ精度が低下した場合でも、ある程度の期間はジャイロや加速度センサによって精度が維持されるが、この補正はジャイロや加速度センサの値を積分することを伴うために、時間の経過とともに誤差が拡大してしまう。

また、高性能な車速パルス、高性能なジャイロなどの測位用の機器を用いて、ＧＰＳが途絶した場合でも慣性航法によって自己位置を推定することも可能である。ところが、これらの機器は、民間のユーザ車両に取付けるには高額すぎる。

[0005] したがって、ＧＰＳに頼ることなく、しかも高額な機器を取り付けることなく、走行している車両の位置を特定できることが、車両の走行位置に対応して課金するシステムにとって望ましい。例えば、特許文献２には、移動体の現在位置における周囲の画像（観測画像）と、所定の地点に関連して予め用意された画像（参照画像）を、画像マッチングにより照合し、この結果に基づき、移動体の現在位置を算出することを提案している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１４－９２９８６号公報

特許文献2：特開２０１３－６１２７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところが、特許文献２は、車両の現在位置を特定できるものの、車両に課金するシステムについて示唆していない。

そこで本発明は、走行中の車両から取得できる観測画像と予め記憶された参照画像を照合する手法を用いて、任意の位置で車両に課金できるシステム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

[0008] かかる目的のもと、本発明の課金処理システムは、ユーザ車両が道路を走

行する際に課金処理を行う課金処理システムであって、道路上に設定される複数の課金位置に関連して予め取得された参照画像を記憶する参照画像記憶部と、ユーザ車両に設けられ、ユーザ車両が走行する特定道路の周囲の風景を撮影して観測画像を取得する観測画像取得部と、記憶されている参照画像と新たに取得された観測画像を画像マッチングするデータ処理部と、データ処理部における画像マッチングの結果に基づいて、ユーザ車両に課金処理を行う課金処理部と、を備えることを特徴としている。

[0009] 本発明の課金処理システムにおいて、データ処理部は、選択された参照画像について新たに取得された観測画像と画像マッチングする、ことができる。

[0010] 本発明の課金処理システムにおいて、データ処理部は、参照画像と観測画像の類似度を画像マッチングにより求め、課金処理部は、類似度に基づいて参照画像に対応する課金位置において課金処理を行う、ことができる。

[0011] 本発明の課金処理システムにおいて、データ処理部は、画像マッチングされる参照画像と観測画像について、当該参照画像が撮影された位置と当該観測画像が撮影された位置との相対的な位置関係を推定し、課金処理部は、推定の結果に基づいて参照画像に対応する課金位置において課金処理を行うことができる。

[0012] 本発明の課金処理システムにおいて、データ処理部は、参照画像と観測画像に基づいて、当該参照画像に対応する課金位置をユーザ車両が通過する通過予測時刻を求め、課金処理部は、通過予測時刻にユーザ車両に課金処理を行う、ことができる。

[0013] 本発明において、通過予測時刻を求める手法は少なくとも二つある。

一つ目は、データ処理部が、課金位置に対応する参照画像が撮影された位置と観測画像が撮影された位置との相対位置関係に基づいて算出される課金位置までの距離に基づいて、通過予測時刻を求める。

二つ目は、データ処理部が、課金位置に対応する参照画像が撮影された位置と観測画像が撮影された位置との相対位置関係と、ユーザ車両の走行速度

に基づいて、通過予測時刻を求める。

[0014] 以上説明した本発明の課金処理システムにおけるいくつかの構成要素は、ユーザ車両に搭載される車載器として実現される。つまり本発明は、ユーザ車両が道路を走行する際に課金処理を行う、ユーザ車両に搭載される車載器であって、道路上に設定される複数の課金位置に関連して予め取得された参照画像と、ユーザ車両が走行する道路の周囲の風景を撮影した観測画像と、を画像マッチングするデータ処理部と、データ処理部における画像マッチングの結果に基づいて、ユーザ車両に課金処理を行う課金処理部と、を備えることを特徴とする。

[0015] 本発明の車載器は、以上説明した本発明の課金処理システムにおけるより具体的な形態を適用することができる。

発明の効果

[0016] 本発明の課金処理システムによれば、参照画像情報に対応して課金位置を設定しておくので、参照画像情報に位置情報を含む観測画像情報をマッチング処理することにより、課金位置を特定することができる。

したがって、本発明の課金処理システムは、ユーザ車両が走行中に通過する位置を基準にして課金を可能にする。しかも、この課金処理システムは、ＧＰＳに依存しないで課金位置を特定できるので、ＧＰＳの精度低下の影響を受けずに課金処理を行うことができる。また、トンネルの内部、地下道路といったＧＰＳが利用できない領域であっても、例えば、文字、その他の情報をトンネルの壁面に描くことで、当該位置と他の位置とが、撮影した画像上で区別できるのであれば、課金処理を行うことができる。

[0017] また、本発明における課金処理システムにおいて特定される課金位置の精度は、参照画像情報及び観測画像情報の両者の画像情報の撮影条件、参照画像情報と観測画像情報のマッチング手法によって決まるが、この精度は既知と言える。これに対してＧＰＳの精度は、ＧＰＳ信号を取得する位置によって著しくばらつく。したがって、本発明によると、ＧＰＳを利用するのに比べて、課金の信頼性を担保できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第１実施形態に係る課金処理システムの概念を示す図である。

[図2]第１実施形態において、参照画像を取得する撮影車両が走行する様子を示す図である。

[図3]第１実施形態において、観測画像を取得するユーザ車両が走行する様子を示す図である。

[図4]第１実施形態における課金処理システムの構成の概要を示す図である。

[図5]第１実施形態におけるサーバが保持するデータベースの内容を示す図である。

[図6]第１実施形態におけるユーザ車両におけるマッチング処理の様子を示す図である。

[図7]第１実施形態におけるユーザ車両の処理の手順を示す図である。

[図8]第２実施形態におけるユーザ車両の処理の手順を示す図である。

[図9]第２実施形態において、観測画像を取得した位置と参照画像を取得した位置の関係を示す図である。

[図10]第２実施形態におけるサーバが保持するデータベースの内容を示す図である。

[図11]第２実施形態において適用するエゴモーション（Ego-motion）推定を説明する図である。

[図12]第２実施形態において、位置の推定の精度を向上する手法を説明する図である。

[図13]第３実施形態（第１の手法）において、課金位置を通過する時刻を推定する処理の内容を示す図である。

[図14]第３実施形態（第１の手法）におけるユーザ車両における課金処理の手順を示す図である。

[図15]第３実施形態（第２の手法）において、課金位置を通過する時刻を推定する処理の内容を示す図である。

[図16]第３実施形態（第２の手法）におけるユーザ車両における課金処理の

手順を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の好ましい実施形態について、添付図面を参照して説明する。

［第１実施形態］

図１～図３に示す車両の課金処理システム１は、ＧＰＳを用いることなく、課金対象領域Ｚにおけるユーザ車両３０の走行位置に応じて、当該車両に対して課金処理を行うシステムである。また、システム１は、従来のガントリのように大規模な構造物を設けることなく、ユーザ車両３０の走行位置に応じて課金処理ができるシステムである。

[0020] 課金処理システム１は、予め撮影車両１０が課金対象領域Ｚを走行して撮影して生成した参照画像情報に、ユーザ車両３０が課金対象領域Ｚを走行しながら連続的に撮影して生成した観測画像情報を、マッチング処理することで、ユーザ車両３０の走行位置を特定する。課金処理システム１は、特定された走行位置が課金をすべき位置に該当する場合には、ユーザ車両３０に対して課金処理を行う。課金処理システム１は、図１に示すように、撮影車両１０とユーザ車両３０の他にホスト２０を備えており、ホスト２０が参照画像情報を保持している。

[0021] 課金処理システム１を構築するに当たり、撮影車両１０は、図２に示すように、課金対象領域Ｚ内の道路Ｒを走行しながら、周囲の風景を撮影して参照画像を取得する。そのために、撮影車両１０は、図４に示すように、参照画像取得部１１と、測位部１３と、参照画像記憶部１５と、送受信部１７とを備えている。

[0022] 参照画像取得部１１は、撮影車両１０の周囲の全方位を、例えば１０ｍ、あるいは５ｍといった等間隔で撮影することで参照画像を取得するカメラを備えている。撮影車両１０は、参照画像を取得しながら、測位部１３により撮影車両１０の緯度及び経度を測定する。撮影された参照画像は、当該画像が撮影された緯度及び経度（位置情報）と関連付けられた上で、参照画像記

憶部１５に記憶される。記憶された情報（以下、参照画像情報）は、送受信部１７を介して、ホスト２０に送られる。単数又は複数の撮影車両１０を用い、課金対象領域Ｚとなる全ての道路Ｒについて取得された参照画像情報は、ホスト２０に送られる。

撮影車両１０は、測位部１３が高性能な測位機器を備えることで、緯度及び経度を正確に測定する。

[0023] ホスト２０は、図４に示すように、記憶部２１と、データ処理部２５と、送受信部２７とを備えている。

ホスト２０は、撮影車両１０から送られる参照画像情報を、送受信部２７を介して取得する。この参照画像情報は、観測画像とのマッチングに供するために、データ処理部２５によって特徴量に変換した上で、記憶部２１に記憶される。記憶部２１は、例えば図５に示すように、参照画像情報データベース２２と、課金情報データベース２３と、顧客情報データベース２４とを備えている。

参照画像情報データベース２２は、図５に示すように、特徴量としての画像データ（画像＃１，＃２，＃３…）と、その画像が取得された位置データ（（Lat1,Lon1），(Lat1,Lon2)，（Lat1,Lon3）…）とが対応付けられたテーブル形式の情報を保持している。

また、課金情報データベース２３は、図５に示すように、課金される位置を緯度及び経度で示した課金位置データと、課金位置データにおいて課金される金額である課金額とが対応付けられたテーブル形式の情報を記憶している。課金情報データベース２３に記憶される課金位置（データ）と課金額（データ）は、課金処理システム１を運用するのに当たって設定され、適宜の入力手段から送受信部２７を介して記憶部２１の課金情報データベース２３に入力される。

また、顧客情報データベース２４は、ユーザ車両に搭載されるユーザ車両３０ごとに割り当てられた識別情報（ＩＤ）と課金の状況を対応付けて記憶している。新たに課金がなされる度に、顧客情報データベース２４の記憶内

容は更新される。

[0024] データ処理部２５は、撮影車両１０から送られる参照画像情報を特徴量に変換した上で、記憶部２１の参照画像情報データベース２２に記憶する。また、データ処理部２５は、記憶部２１の参照画像情報データベース２２、課金情報データベース２３及び顧客情報データベース２４に記憶されている情報を読み出し、送受信部２７を介してユーザ車両３０に向けて送信する。

[0025] 次に、ユーザ車両３０は、図３に示すように、課金対象領域Ｚを走行中に撮影した周囲の風景に関する情報（観測画像情報）とホスト２０に記憶された参照画像情報とをマッチング処理することにより、ユーザ車両３０が課金位置を通過することを認識したならば、課金処理を行う。そのために、ユーザ車両３０は、図４に示すように、観測画像取得部３１と、データ処理部３３と、課金処理部３５と、送受信部３７とを備える。なお、観測画像取得部３１、データ処理部３３、課金処理部３５及び送受信部３７からなる構成部分は、いわゆる車載器ユニットとしてユーザ車両３０に搭載することができるが、ここでは単にユーザ車両３０と表記する。

観測画像取得部３１は、ユーザ車両３０が課金対象領域Ｚを走行中に周囲の風景を撮影するとともに、撮影した画像情報をデータ処理部３３に送る。なお、特徴量に変換された観測画像を観測画像情報という。

[0026] データ処理部３３は、観測画像取得部３１で撮影された観測画像情報とホスト２０の記憶部２１に記憶された参照画像情報とのマッチング処理を行い、マッチング処理の結果として課金位置の通過を特定する。より具体的には、以下の通りである。

データ処理部３３は、観測画像取得部３１で撮影された観測画像を取り込んで、これを特徴量に変換する。一方で、データ処理部３３は、ホスト２０の参照画像情報データベース２２から記憶されている全ての参照画像情報＃１～＃Ｎを取り込んで、撮影されたばかりの最新の観測画像情報をマッチングし、画像情報間の類似度を算出し、最も類似する参照画像情報を特定する。例えば、参照画像情報データベース２２の参照画像情報＃３が最も類似度

が大きいと判断すれば、データ処理部３３は自己の位置が、参照画像情報＃３が取得された位置（Lat1,Lon3）に近似することを特定する。データ処理部３３は、自己の位置が近似する参照画像情報が特定されたならば、次に、課金情報データベース２３を参照し、当該参照画像情報の位置と一致するデータの存在有無を確認する。ここでは、参照画像情報＃３に対応する位置（Lat1,Lon3）が課金情報データベース２３に記憶されているので、データ処理部３３は参照画像情報＃３は課金位置であることを認識するとともに、課金情報データベース２３から対応する課金額を取得する。

[0027] なお、参照画像情報データベース２２、課金情報データベース２３及び顧客情報データベース２４の区分はあくまで一例であり、例えば、参照画像情報データベース２２と課金情報データベース２３を統合したデータベースにすることもできる。要は、課金位置と、当該課金位置における課金額とが特定できればよい。

[0028] 課金処理部３５は、データ処理部３３が課金位置を特定すると課金処理を実行する。

課金処理としては、特定された課金位置とこの課金位置に対応する課金額を自己のＩＤに対応付けて、ホスト２０に送信する。ホスト２０は、取得したこれらの課金処理に関する情報を、顧客情報データベース２４の対応するＩＤの記録領域に記憶する。

また、課金処理として、ユーザ車両３０の図示を省略するディスプレイに課金の事実を表示させる。表示の仕方としては、課金額だけを表示させることもできるし、課金位置と課金額を併記することもできる。ディスプレイに文字情報として課金の事実を表示するだけでなく、音声により課金の事実を通知することもできる。

[0029] ［課金処理システム１の動作］

さて、以上の構成を備える課金処理システム１の動作を、図７を参照しながら説明する。なお、ホスト２０の記憶部２１には所定の参照画像情報、課金情報及び顧客情報がそれぞれ参照画像情報データベース２２、課金情報デ

ータベース２３及び顧客情報データベース２４に記憶されているものとする。

[0030] いま、車載器ユニットを備えるユーザ車両３０が、課金対象領域Ｚを走行しているものとする。

ユーザ車両３０は、走行中にユーザ車両３０の観測画像取得部３１により周囲の風景の画像を撮影するとともに、特徴量に変換して観測画像情報を取得する（図７　Ｓ１０１）。

ユーザ車両３０は、観測画像情報を取得したならば、次いで、データ処理部３３にてマッチング処理を行う（図７　Ｓ１０３）。マッチング処理の具体的な内容は前述した通りであるが、このマッチング処理により、最も類似度の大きな参照画像情報が特定される。例えば、図６において、取得された観測画像情報に対する類似度が最も大きいのが参照画像情報＃３だとすると、データ処理部３３は参照画像情報＃３を現在のユーザ車両３０の位置と特定する。

[0031] ユーザ車両３０は、次に、特定したユーザ車両３０の位置が課金位置に該当するか否かの判断を行う（図７　Ｓ１０５）。

この判断は、データ処理部３３がホスト２０の課金情報データベース２３から読み出した課金情報に特定したユーザ車両３０の位置を照合することにより行われる。対応する課金位置が照合されたならば（図７　Ｓ１０５　Ｙ）、データ処理部３３は次に課金処理を行う（図７　Ｓ１０７）。課金処理の具体的な内容は前述したとおりである。課金処理を終えたならば新たな観測画像情報を取得し、以後は、マッチング処理以降の手順を繰り返す。

一方、対応する課金位置が照合されなければ（図７　Ｓ１０５　Ｎ）、新たに観測画像情報を取得し、やはり新たな観測画像情報を取得し、以後は、マッチング処理以降の手順を繰り返す。

[0032] ［課金処理システム１の効果］

以上説明したように、課金処理システム１は参照画像情報に対応して課金位置を設定しておくので、参照画像情報に位置情報を含む観測画像情報をマ

ッチング処理することにより、課金位置を特定することができる。

したがって、課金処理システム１は、ユーザ車両３０が走行中に通過する位置を基準にした課金を可能にする。しかも、課金処理システム１は、ＧＰＳに依存しないで課金位置を特定できるので、ＧＰＳの精度低下の影響を受けずに課金処理を行うことができる。また、トンネルの内部、地下道路といったＧＰＳが利用できない領域であっても、例えば、文字、その他の情報をトンネルの壁面に描くことで、当該位置と他の位置とが、撮影した画像上で区別できるのであれば、課金処理を行うことができる。

また、課金処理システム１において特定される課金位置の精度は、参照画像情報及び観測画像情報の両者の画像情報の撮影条件、参照画像情報と観測画像情報のマッチング手法によって決まるが、この精度は既知と言える。これに対してＧＰＳの精度は、ＧＰＳ信号を取得する位置によって著しくばらつく。したがって、課金処理システム１によると、ＧＰＳを利用するのに比べて、課金の信頼性を担保できる。

[0033] ［変更例］

以上、本発明による好適な実施形態を、課金処理システム１を例にして説明したが、本発明の主旨を逸脱しない範囲で課金処理システム１の構成を変更することができる。

例えば、課金処理システム１は、ユーザ車両３０とは別体として遠隔地に存在するホスト２０の記憶部２１に参照画像所情報及び課金情報を記憶させているが、記憶媒体の容量が許すのであれば、ユーザ車両３０に参照画像所情報及び課金情報を記憶させることもできる。

また、課金処理システム１は、ユーザ車両３０において、マッチング処理及び課金処理を行っている。しかし、本発明は、ユーザ車両３０にて撮影したユーザ車両３０の周辺の画像である観測画像をホスト２０に送信し、ホスト２０にて観測画像の特徴化、マッチング処理及び課金処理を行うこともできる。つまり本発明は、ユーザ車両３０をも含めた課金処理システム１の全体として、マッチング処理及び課金処理が行うことができればよい。

[0034] また、課金処理システム１は、現状では課金位置に該当しない位置についても参照画像情報データベース２２に記憶しているが、これにより後に課金位置を変更するのに迅速に対応することができる。例えば、現在は＃３が課金位置とされているが、後に、＃３から＃４に課金位置が変更される場合に、改めて＃４に対応する参照画像を撮影する必要がない。ただし、本発明は、課金位置に該当する観測画像情報だけを参照画像情報データベース２２に記憶する対象にすることができる。この場合には、課金情報を観測画像情報に含めることもでき、課金情報データベース２３を個別に設ける必要がなくなる。

[0035] また、課金処理システム１は、全ての参照画像情報を観測画像情報にマッチング処理する対象にしているが、参照画像情報データベース２２に記憶されている一部の参照画像に絞ってマッチング処理を行うことができる。例えば、先行して特定された課金位置に基づいてユーザ車両３０が次に通過しうるいくつかの課金位置を抽出し、抽出された課金位置に絞ってマッチング処理を行うことができる。例えば、課金位置として＃３が先行して特定されたものとし、道路の繋がり具合により、次に通過しうる課金位置が＃５、＃１１及び＃１４に限られるのであれば、＃５、＃１１及び＃１４に該当する参照画像情報だけに観測画像情報をマッチング処理することができる。また、ユーザ車両３０がＧＰＳに基づくカーナビゲーションシステムを備えている場合には、ＧＰＳ信号により求められるユーザ車両３０の自己位置に所定の距離関係を有する参照画像情報だけを参照画像情報データベース２２から抽出して、マッチング処理の対象にすることができる。

[0036] ［第２実施形態］

次に、本発明の第２実施形態について、図８～図１０を参照して説明する。

第１実施形態は、マッチング処理により特定される位置の精度が、参照画像が撮影される間隔に依存する。つまり、第１実施形態のように１０ｍ間隔で参照画像を撮影した場合には、得られる精度は最高でも±５ｍの範囲内に

限られる。そこで、第２実施形態においては、参照画像の間隔よりも高い精度で位置を特定する手法を提案する。

[0037] 第２実施形態に係る課金処理システム２は、撮影車両１０と、ホスト２０と、車載器ユニットが搭載されるユーザ車両３０とを備えるという基本的な構成を備える点で第１実施形態の課金処理システム１と共通する。そこで、以下では、課金処理システム１との相違点を中心に課金処理システム２を説明する。

[0038] 始めに、課金処理システム２の概要を、図８～図９を参照して説明する。

課金処理システム２は、図８に示すように、マッチング処理（図７のＳ１０３に相当）において、観測画像情報が撮影された位置と参照画像情報が撮影された位置との相対的な位置関係を算出する（図８　Ｓ２０３）。この算出は、データ処理部３３（図４）が以下のようにして行う。つまり、データ処理部３３は、ホスト２０の参照画像情報データベース２２から記憶されている全ての参照画像情報＃１～＃Ｎを取り込んで、撮影されたばかりの最新の観測画像情報をマッチングし、画像情報間の相対的な位置関係である距離△Ｌ１～Ｎを算出する。そして、データ処理部３３は、算出された距離△Ｌ１～Ｎが最も小さい参照画像情報＃１～＃Ｎを特定する。例えば、参照画像情報データベース２２の参照画像情報＃３までの距離△Ｌ３が最も小さいと判断すれば、データ処理部３３は自己の位置が、参照画像情報＃３が取得された位置（Lat1,Lon3）に最も近く、距離△Ｌ３だけ離れていることを特定する。データ処理部３３は、自己の位置が近似する参照画像情報が特定されたならば、次に、課金情報データベース２３を参照し、当該参照画像情報の位置と一致するデータの存在有無を確認する。ここでは、参照画像情報＃３に対応する位置（Lat1,Lon3）が課金情報データベース２３に記憶されているので、データ処理部３３は参照画像情報＃３は課金位置であることを認識するとともに、課金情報データベース２３から対応する課金額を取得する。

[0039] 以上の相対位置関係の算出には、画像を用いて環境内におけるカメラの三次元移動を推定する処理であるエゴモーション（Ego-motion）推定を適用す

ればよい。ただし、以上の処理を行うためには、図１０に示すように、参照画像情報としてスケール情報を備える必要がある。なお、図１０は、顧客情報データベース２４の記載を省略している。

スケール情報は、図１１に示すように、参照画像情報に任意の二点Ａ，Ｂを結ぶ線分の距離（実寸法：S_{A-B}とする）である。エゴモーション推定による相対位置関係の算出手法は、例えば非特許文献１に開示されるように公知であるので、詳細は省略するが、マッチング処理される観測画像情報であって、任意の二点Ａ，Ｂに対応する二点ａ，ｂを結ぶ線分の実寸法S_{a-b}をS_{A-B}とみなすことにより、相対的な位置関係を算出できる。なお、図１１において、Ｐは参照画像の撮影位置を示し、また、Ｄは観測画像の撮影位置を示している。

[0040] ［第２実施形態の効果］

以上の通りであるから、第２実施形態によると、以下の効果を奏することができる。

はじめに、第２実施形態は、観測画像情報が撮影された位置と参照画像情報が撮影された位置との相対的な位置関係を算出するので、参照画像を撮影した間隔よりも高い精度で推定された位置に基づいて、課金位置を特定することができる。

また、例えば、ユーザ車両３０が走行する車線が複数存在する場合に、参照画像を撮影した車線とユーザ車両３０が走行する車線とが相違する場合であっても、相対的な位置関係を算出することで、高い精度で課金位置を特定することができる。

[0041] また、第２実施形態によると、参照画像情報の数を減らしたとしても、課金位置までの距離を推定できるので、撮影車両１０で撮影し、かつ、ホスト２０の参照画像情報データベース２２に記憶する参照画像情報の数を減らすことができる。

[0042] ［第２実施形態の変更例］

以上で説明した第２実施形態による位置の推定の精度を、さらに向上する

ことができる。以下、この手法を説明する。

この精度向上の手法は、画像マッチング処理において、複数の全方位画像を撮影した位置と、車載カメラとの相対位置関係を算出し、各時刻での相対位置として複数の情報を得る。得られた複数の情報を統合、典型的には平均化することで、各々の画像マッチング処理で発生した誤差の影響を低減するというものである。以下、図１２を参照してより具体的に説明する。

[0043] 図１２は、参照画像を撮影した位置が道路Ｒ上にＰ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４として示しており、この道路Ｒ上をユーザ車両３０が走行しながら観測画像を撮影し、マッチング処理を行うものとする。ここでは、位置Ｄ１において撮影された観測画像＄について処理する例を示す。

位置Ｄ１において撮影された観測画像と位置Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４の各々で撮影された参照画像との相対的位置関係を算出する。なお、位置Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４の各々の間隔は、正確にはα（例えば１０ｍ）とする。

[0044] 算出結果が、例えば図１２に示すように、位置Ｄ１と位置Ｐ１の距離△Ｌ１、位置Ｄ１と位置Ｐ２の距離△Ｌ２、位置Ｄ１と位置Ｐ３の距離△Ｌ３、位置Ｄ１と位置Ｐ４の距離△Ｌ４として求められるものとする。上述したように、△Ｌ１だけで位置Ｄ１と位置Ｐ１の距離を推定することができるが、ここでは△Ｌ２、△Ｌ３及び△Ｌ４の算出結果も考慮して、位置Ｄ１と位置Ｐ１の距離△Ｌを算出する。そのために、下記式（１）に示すように、△Ｌ１に位置Ｐ１から位置Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４の各々までの正確な距離（α，２α，３α）を差し引いた値を加えて平均化する。

△Ｌ＝（△Ｌ１＋（△Ｌ２－α）＋（△Ｌ３－２α）＋（△Ｌ４－３α））／４　…式（１）

[0045] 以上のように平均化することにより、マッチング処理で発生する誤差の影響を低減できるので、第２実施形態における位置の推定精度をより向上できる。

なお、本発明において、単純に算術的に平均化するだけでなく、重み付けを適用することができる。重み付けは、例えば、距離が遠くなれば係数を小

さくする、という具合であり、△Ｌ１、△Ｌ２、△Ｌ３及び△Ｌ４の項に乗ずる係数を順に小さくする。

[0046] ［第３実施形態］

次に、本発明の第３実施形態について、図１３～図１６を参照して説明する。

第１実施形態及び第２実施形態は、「課金位置の風景」と最も類似する画像であることが、課金位置を通過した後にしか判明できない。その結果、ユーザ車両３０が課金位置を通過した瞬間に、ユーザ車両３０がこの通過を判断し、かつ課金処理することができない。

第３実施形態は、課金位置を通過した瞬間に課金処理を行うことができる手法を提供する。第３実施形態は、第１の手法と第２の手法の二つの手法を提案する。

第１の手法は、第２実施形態で用いた参照画像情報と観測画像情報に基づいて、ユーザ車両３０の課金位置までの距離を時系列的に算出することにより、ユーザ車両３０が課金位置を通過する時刻を予測する。第２の手法は、ユーザ車両３０で撮影された観測画像から、ユーザ車両３０の走行速度を算出することにより、ユーザ車両３０が課金位置を通過する時刻を予測する。以下、第１の手法、第２の手法の順で説明する。

[0047] [第１の手法]

第１の手法は、課金位置が特定されている参照画像情報と観測画像情報をマッチング処理することにより、ユーザ車両３０の相対的な位置関係を算出する。相対的な位置関係の算出は、第２実施形態と同様にして行う。この相対位置関係を算出すると、課金位置Ｐの手前の地点においては、課金位置Ｐまでの距離が算出できる。この処理を時系列的に行うと、課金位置Ｐまでの距離の時系列変化が算出できるが、この時系列変化を外挿すると、課金位置Ｐに達する前に、当該ユーザ車両３０が課金位置Ｐを通過する時刻を予測できる。したがって、この予測通過時刻を用いることにより、ユーザ車両３０は課金位置Ｐを通過した瞬間に課金処理を行うことが可能となる。以下、図

１３及び図１４を参照して、第１の手法をより具体的に説明する。

[0048] 第１の手法に係る課金処理システム３－１は、撮影車両１０と、ホスト２０と、車載器ユニットが搭載されるユーザ車両３０とを備えるという基本的な構成を備える点で第１実施形態の課金処理システム１と共通する。そこで、以下では、課金処理システム１との相違点、つまり図１４に示される手順のＳ２０５，Ｓ２０６に関する処理を中心に課金処理システム３－１を説明する。

[0049] 図１３（ａ）に示すように、課金位置Ｐに向ってユーザ車両３０が道路上を走行し、ユーザ車両３０の観測画像取得部３１が継続的に周囲の風景を撮影しているものとする。そして仮に、道路Ｒ上の観測位置Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４において撮影した風景に基づく観測画像情報（＄１～＄４）と課金位置Ｐに基づく観測画像情報（＃Ｎ）とのマッチング処理を順に行うものとする。このマッチング処理は、データ処理部３３が行う。

このマッチング処理により、観測位置Ｄ１と課金位置Ｐの相対的位置関係を算出し、次いで、観測位置Ｄ１と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ１を求める。これを、横軸が時間、縦軸が距離のグラフ上に示すと、図１３（ｂ）の通りである。

同様にして、観測位置Ｄ２と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ２、観測位置Ｄ３と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ３、観測位置Ｄ４と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ４を時系列的に求める。そうすると、課金位置Ｐまでの距離の時系列変化が求められ、それらを順に外挿すると、図１３（ｃ），（ｄ），（ｅ）の白抜き矢印にて示ように、課金位置Ｐを通過する時刻を事前に予測することができる。

[0050] 図１３（ｂ）～（ｅ）に示すように、ユーザ車両３０の走行に伴って、観測位置Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４に順に達する度に、課金位置Ｐを通過する時刻の事前予測を更新する。ただし、本発明は、予測の更新を必須とするものではなく、課金位置Ｐに対して特定の観測位置だけ、例えば、課金位置Ｐに近い観測位置Ｄ４においてのみ課金位置Ｐを通過する時刻の予測を行うこと

もできる。もっとも、課金位置Ｐに近い領域において、ユーザ車両３０の走行速度の変動が大きいこともあり得るために、ある程度の期間にわたって時系列変化を観察し、この変化を考慮して課金位置Ｐを通過する時刻を予測することが好ましい。

[0051] [第２の手法]

第２の手法は、ユーザ車両３０の課金位置Ｐまでの距離を算出し、かつ、ユーザ車両３０が課金位置Ｐの通過時刻を予測する点で第１の手法と共通する。しかし、第２の手法は、この予測にユーザ車両の走行速度を用いる。

[0052] 第２の手法に係る課金処理システム３－２は、撮影車両１０と、ホスト２０と、車載器ユニットが搭載されるユーザ車両３０とを備えるという基本的な構成を備える点で課金処理システム３－１と共通する。そこで、以下では、課金処理システム３－１との相違点、つまり図１６に示される手順のＳ２０２，Ｓ２０４，Ｓ２０５に関する処理を中心に課金処理システム３－２を説明する。

[0053] 図１５（ａ）に示すように、課金位置Ｐに向ってユーザ車両３０が道路上を走行し、ユーザ車両３０の観測画像取得部３１が継続的に周囲の風景を撮影しているものとする。そして仮に、道路上の観測位置Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４において撮影した風景に基づく観測画像情報（＄１～＄４）と課金位置Ｐにおける基づく観測画像情報（＃Ｎ）とのマッチング処理を順に行うものとする。このマッチング処理は、データ処理部３３が行う。

このマッチング処理により、第１の手法と同様にして、観測位置Ｄ１と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ１、観測位置Ｄ２と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ２、観測位置Ｄ３と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ３、観測位置Ｄ４と課金位置Ｐの間の距離△Ｌ４を時系列的に求める。

[0054] 以上の距離の算出と並行して、データ処理部３３は、連続的に撮影される観測画像から、ユーザ車両３０の走行速度ｖを算出する。この走行速度ｖは、例えばビジュアルオドメトリ（Visual Odometry）により算出することができる。ビジュアルオドメトリにより算出される走行速度ｖの精度を向上する

ために、参照画像取得部１１を設けてステレオ画像を撮影することもできる。また、走行速度ｖは、観測画像から求める他に、ユーザ車両３０が備える機器、例えば、加速度センサ、エンコーダにより得られる速度を用いることもできる。

データ処理部３３は、観測位置Ｄ１における走行速度ｖ１、観測位置Ｄ２における走行速度ｖ２、観測位置Ｄ３における走行速度ｖ３及び観測位置Ｄ４における走行速度ｖ４を時系列的に求める。

[0055] データ処理部３３は、算出される距離△Ｌ１と走行速度ｖ１を、カルマンフィルタ(Kalman filter)等の確率的なモデルを用いて融合して、課金位置Ｐを通過する時刻を事前に予測することができる。

同様にして、観測位置Ｄ２、観測位置Ｄ３及び観測位置Ｄ４において、図１５（ｃ），（ｄ），（ｅ）に示すように、課金位置Ｐを通過する時刻を事前に予測することができる。

[0056] 図１５（ｂ）～（ｅ）に示すように、ユーザ車両３０の走行に伴って、観測位置Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｄ４に順に達する度に、課金位置Ｐを通過する時刻の事前予測を更新する。ただし、本発明は、予測の更新を必須とするものではなく、課金位置Ｐに対して特定の観測位置だけ、例えば、課金位置Ｐに近い観測位置Ｄ４においてのみ課金位置Ｐを通過する時刻の予測を行うこともできる。もっとも、課金位置Ｐに近い領域において、ユーザ車両３０の走行速度の変動が大きいこともあり得るために、ある程度の期間にわたって時系列変化を観察し、この変化を考慮して課金位置Ｐを通過する時刻を予測することが好ましい。

[0057] 課金処理システム３－２は、通過時刻の予測に当たり、ユーザ車両３０の走行速度ｖを用いる。走行速度ｖは、走行距離が長ければ大きく変動しうるが、課金位置Ｐを含む比較的短距離であれば、変動が小さいとみなすことができるので、通過時刻を予測することができる。走行速度ｖは、所定期間の平均走行速度を用いることができる。例えば、観測位置Ｄ１において適用する走行速度ｖ１は、観測位置Ｄ１に達するまでの所定期間における走行速度

ｖの平均値、観測位置Ｄ２において適用する走行速度ｖ２は、観測位置Ｄ１と観測位置Ｄ２の間の走行速度の平均値、というように設定することができる。なお、ユーザ車両３０の走行速度ｖは、通常、カーナビゲーションシステムが測定しかつ記録しているので、そのデータを使用してもよい。

[0058] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更したりすることが可能である。

例えば、ユーザ車両３０が備えるデータ処理部３３、課金処理部３５の機能をホスト２０に持たせることもできる。逆に、ホスト２０のデータ処理部２５の機能をユーザ車両３０に持たせることができる。

符号の説明

[0059]

１	課金処理システム
１０	撮影車両
１１	参照画像取得部
１３	測位部
１５	参照画像記憶部
１７	送受信部
２０	サーバ
２１	記憶部
２２	参照画像情報データベース
２３	課金情報データベース
２４	顧客情報データベース
２５	データ処理部
２７	送受信部
３０	ユーザ車両
３１	観測画像取得部
３３	データ処理部
３５	課金処理部

３７　送受信部

Ｒ　道路

Ｚ　課金対象領域

請求の範囲

[請求項1] ユーザ車両が道路を走行する際に課金処理を行う課金処理システムであって、

前記道路上に設定される複数の課金位置に関連して予め取得された参照画像を記憶する参照画像記憶部と、

前記ユーザ車両に設けられ、前記ユーザ車両が走行する前記道路の周囲の風景を撮影して観測画像を取得する観測画像取得部と、

記憶されている前記参照画像と新たに取得された前記観測画像を画像マッチングするデータ処理部と、

前記データ処理部における前記画像マッチングの結果に基づいて、前記ユーザ車両に課金処理を行う課金処理部と、

を備えることを特徴とする、課金処理システム。

[請求項2] 前記データ処理部は、

選択された前記参照画像について新たに取得された前記観測画像と前記画像マッチングする、

請求項１に記載の課金処理システム。

[請求項3] 前記データ処理部は、

前記参照画像と前記観測画像の類似度を前記画像マッチングにより求め、

前記課金処理部は、

前記類似度に基づいて前記参照画像に対応する前記課金位置において課金処理を行う、

請求項１又は請求項２に記載の課金処理システム。

[請求項4] 前記データ処理部は、

前記画像マッチングされる前記参照画像と前記観測画像について、当該参照画像が撮影された位置と当該観測画像が撮影された位置との相対的な位置関係を推定し、

前記課金処理部は、

前記推定の結果に基づいて前記参照画像に対応する前記課金位置において課金処理を行う、

請求項１又は請求項２に記載の課金処理システム。

[請求項5] 前記データ処理部は、

前記参照画像と前記観測画像に基づいて、当該参照画像に対応する前記課金位置を前記ユーザ車両が通過する通過予測時刻を求め、

前記課金処理部は、

前記通過予測時刻に前記ユーザ車両に課金処理を行う、

請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の課金処理システム。

[請求項6] 前記データ処理部は、

前記課金位置に対応する前記参照画像が撮影された位置と前記観測画像が撮影された位置との相対位置関係に基づいて算出される前記課金位置までの距離に基づいて、前記通過予測時刻を求める、

請求項５に記載の課金処理システム。

[請求項7] 前記データ処理部は、

前記課金位置に対応する前記参照画像が撮影された位置と前記観測画像が撮影された位置との相対位置関係と、前記ユーザ車両の走行速度に基づいて、前記通過予測時刻を求める、

請求項５又は６に記載の課金処理システム。

[請求項8] ユーザ車両が道路を走行する際に課金処理を行う、前記ユーザ車両に搭載される車載器であって、

前記道路上に設定される複数の課金位置に関連して予め取得された参照画像と、前記ユーザ車両が走行する前記道路の周囲の風景を撮影した観測画像と、を画像マッチングするデータ処理部と、

前記データ処理部における前記画像マッチングの結果に基づいて、前記ユーザ車両に課金処理を行う課金処理部と、

を備えることを特徴とする、車載器。

[請求項9] 前記データ処理部は、

選択された前記参照画像について新たに取得された前記観測画像と前記画像マッチングする、

請求項８に記載の車載器。

[請求項10] 前記データ処理部は、

前記参照画像と前記観測画像の類似度を前記画像マッチングにより求め、

前記課金処理部は、

前記類似度に基づいて前記参照画像に対応する前記課金位置において課金処理を行う、

請求項８又は請求項９に記載の車載器。

[請求項11] 前記データ処理部は、

前記画像マッチングされる前記参照画像と前記観測画像について、当該参照画像が撮影された位置と当該観測画像が撮影された位置との相対的な位置関係を推定し、

前記課金処理部は、

前記推定の結果に基づいて前記参照画像に対応する前記課金位置において課金処理を行う、

請求項８又は請求項９に記載の車載器。

[請求項12] 前記データ処理部は、

前記参照画像と前記観測画像に基づいて、当該参照画像に対応する前記課金位置を前記ユーザ車両が通過する通過予測時刻を求め、

前記課金処理部は、

前記通過予測時刻に前記ユーザ車両に課金処理を行う、

請求項８～請求項１１のいずれか一項に記載の車載器。

[請求項13] 前記データ処理部は、

前記課金位置に対応する前記参照画像が撮影された位置と前記観測画像が撮影された位置との相対位置関係に基づいて算出される前記課金位置までの距離に基づいて、前記通過予測時刻を求める、

請求項１２に記載の車載器。

[請求項14] 前記データ処理部は、

前記課金位置に対応する前記参照画像が撮影された位置と前記観測画像が撮影された位置との相対位置関係と、前記ユーザ車両の走行速度に基づいて、前記通過予測時刻を求める、

請求項１２又は１３に記載の車載器。