

明 細 書

発明の名称：

課金システム、車載システム、課金方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、課金システム、車載システム、課金方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 現在、高速道路等の有料道路に用いられる課金システムは、車種区分で料金（通行料金）を決定する車種判別課金方式と、車両重量で料金を決定する重量課金方式が知られている。

[0003] ところで、特許文献1や特許文献2には、各車両の積載重量を監視するために、軸重計を車線上に設置し、走行する車両の軸重を計測する軸重計測装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-050801号公報

特許文献2：特開2003-028700号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1や特許文献2のような軸重計測装置は、走行する車両の振動に留意して軸重を計測し、走行する各車両の積載重量を監視している。しかし、このような軸重計測装置の計測結果は、重量課金方式の料金決定に利用されていない。

そのため、重量課金方式において、走行時の車両の加速度や振動等による影響が軽減された軸重計測結果の取得は行われていない。

そこで、本発明は、走行時の車両の加速度や振動等による影響が軽減された軸重の計測結果の取得を行う課金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

- [0006] 本発明の一態様に係る課金システム（１、１００）は、車線上に配置されて、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計（６０）と、各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する加速度情報取得部（４０Ｃ）と、前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、各車軸の補正軸重を演算する補正演算部（４０Ｄ）と、各車軸の補正軸重に基づいて前記車両の料金を決定する料金決定部（５１Ｃ、１５１Ｃ）と、を備える。
- [0007] 本態様によれば、課金システムは、各車軸の軸重計測結果に基づいて料金を決定しているので、車軸単位の荷重に基づいて料金を決定している。そのため、同じ総重量であっても、車軸数の異なる車両や前後の積載バランスの異なる車両の間で、課金システムは異なる料金を課金できる。
- さらに、課金システムは、各車軸の上下の加速度で軸重を補正している。このため、課金システムは、走行時の車両の加速度や振動等に起因する各車軸の上下の加速度の影響が軽減された軸重計測結果によって、車両の料金を決定できる。
- [0008] 本発明の一態様に係る課金システムは、前記軸重計の計測結果の取得に応答し、前記車両に前記加速度情報の要求信号を送信する加速度情報要求部（４０Ｂ）をさらに備え、前記加速度情報取得部は、前記要求信号に応答して車両から提供される前記加速度情報を取得する。
- [0009] 本態様によれば、課金システムは、軸重計測が行われる度に加速度情報を車両から取得する。したがって、課金システムは、軸重が計測された各車軸に一つ一つに関連する加速度情報を取得することができる。
- [0010] 本発明の一態様に係る課金システムは、各車軸の補正軸重の間の代表値を演算する軸重情報演算部（５１Ｂ、１５１Ｂ）をさらに備える。
- [0011] 本態様によれば、課金システムは、各車軸の補正軸重の間の代表値に関連した料金を課金できる。車両単位の道路損傷への影響度の大きさは、（積載物含む）車両の軸重の代表値に関連するので、課金システムは、道路損傷へ

の影響度の大きさに応じた料金を課金できる。

[0012] 本発明の一態様に係る課金システムは、前記代表値が、各車軸の補正軸重の間の最大値又は平均値である。

[0013] 本態様によれば、課金システムは、各補正軸重の最大値に関連した料金を決定するため、同じ総重量の車両であっても、車軸単位の局所的な最大荷重に関連した料金を課金できる。

また、本態様によれば、課金システムは、各補正軸重の平均値に関連した料金を決定するため、同じ総重量の車両であっても、車軸数に関連した料金を課金とすることができる。

[0014] 本発明の一態様に係る課金システムは、各車軸の補正軸重の総和を演算する軸重情報演算部（51B、151B）をさらに備える。

[0015] 本態様によれば、課金システムは、車両の全補正軸重の総和に関連した料金を決定するため、車両の総重量に関連した料金を課金できる。車両単位の道路損傷への影響度の大きさは、各車両の総重量に関連するので、道路損傷への影響度の大きさに応じた料金を課金できる。

[0016] 本発明の一態様に係る車載システムは、各車軸に関連する上下方向の加速度情報を計測する加速度計（31、31'）と、車線上に配置された軸重計で計測された各車軸の計測結果の取得に応答して送信される要求信号に応答して、前記加速度情報を提供する加速度情報送信部（30C）と、を備える。

[0017] 本態様によれば、車載システムは、取得した各車軸に関連する上下方向の加速度情報を提供している。これにより、車載システムは、走行時の車両の加速度や振動等に起因する各車軸の上下の加速度の影響が軽減された軸重計測結果によって、車両の料金を決定させることができる。

[0018] 本発明の一態様に係る課金方法は、車線上に配置された軸重計で、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計測ステップと、各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する加速度情報取得ステップと、前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を

補正して、各車軸の補正軸重を演算する補正演算ステップと、各車軸の補正軸重に基づいて前記車両の料金を決定する料金決定ステップと、を有する。

[0019] 本発明の一態様に係るプログラムは、車線上に配置されて、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計を備える課金システムのコンピュータを、各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する加速度情報取得部（40C）、前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、各車軸の補正軸重を演算する補正演算部（40D）、として機能させる。

発明の効果

[0020] 本発明の一態様の課金システムによれば、走行時の車両の加速度や振動等による影響が軽減された軸重の計測結果を取得できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1の実施形態の概略図である。

[図2]本発明の第1の実施形態のブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の詳細を説明する図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の変形例を説明する図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の加速度計測を説明するグラフである。

[図6]本発明の第1の実施形態のフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態の概略図である。

[図8]本発明の第2の実施形態のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明に係る各種実施形態について、図面を用いて説明する。

[0023] <第1の実施形態>

本発明に係る課金システム及び車載システムの第1の実施形態について、図1～図6を参照して説明する。

[0024] （全体構成）

課金システム1の全体構成について説明する。

課金システム1は、図1に示すように、有料道路である高速道路の出口料

金所（料金形式によっては入口料金所）に設けられ、高速道路の利用者から、当該利用者が乗車する車両 A に関連した額の料金の収受を行うための設備である。

車両 A は、出口料金所に設けられた課金システム 1 において高速道路側から一般道路側へと通じる車線 L を走行している。車線 L の両側にはアイランド I が敷設されており、課金システム 1 を構成する各種装置が設置されている。

以下、車線 L が延在する方向（図 1 における $\pm X$ 方向）を「車線方向」と記載し、また、車線 L の車線方向における高速道路側（図 1 における $+X$ 方向側）を「上流側」と記載する。また、車線 L の車線方向における一般道路側（図 1 における $-X$ 方向側）を「下流側」と記載する。

更に、車線 L の幅方向を車線幅方向（図 1 における $\pm Y$ 方向）と称し、車両 A の車高方向を上下方向（図 1 における $\pm Z$ 方向）と称する。

[0025] 図 1 及び図 2 に示すように、課金システム 1 は、路側無線通信装置 40 と、課金通信処理装置 50 と、軸重計 60 と、通信アンテナ 80 とを備え、無線通信システム（ETC（Electronic Toll Collection System（登録商標））、RFID 等）による課金処理が行われる。さらに、課金システム 1 は、進入側車両検知器 90 と、発進制御機 91 と、発進側車両検知器 92 とをさらに備える。

本実施形態では、課金システム 1 の各装置は、上流側から下流側に向かって、進入側車両検知器 90、路側無線通信装置 40、通信アンテナ 80、課金通信処理装置 50、発進制御機 91、発進側車両検知器 92 の順で路側に設けられている。

軸重計 60 は車線 L 上に配置されている。軸重計 60 は、車線方向（ $\pm X$ 方向）に関して、進入側車両検知器 90 とほぼ同じ位置に配置されている。

[0026] 車載システム 10 は、車線 L を走行する車両 A に搭載されている。車載システム 10 は、路側無線通信装置 40 と無線による通信処理（以下、単に「無線通信」と表記）を行い、後述する車両 A の加速度情報及び車両 ID を、

路側無線通信装置４０に送信する。

車載システム１０は、車載器２０と、複数の車載無線通信装置３０と、加速度計３１と、を備える。

[0027] 路側無線通信装置４０は、アイランドＩ上に設けられ、軸重計６０の近傍に設置される。路側無線通信装置４０は、後述する車両Ａの加速度情報及び車両ＩＤを、車載システム１０から受信する。

本実施形態では、路側無線通信装置４０は、軸重計６０よりやや下流側に設けられているが、車載システム１０との通信時間や通信範囲に余裕があるときは、車線方向に関して軸重計６０とどのような位置関係にあってもよい。例えば、車線方向に関して軸重計６０と同じ位置に設けられもよい。

後述するように、路側無線通信装置４０は、軸重計６０から各車軸の軸重の計測値を取得すると共に車載システム１０から加速度情報を取得し、加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、課金通信処理装置５０に送信する。

[0028] 課金通信処理装置５０は、課金システム１による一連の課金処理を司る処理部である。本実施形態では、課金通信処理装置５０は、課金情報処理部５１を備える。課金情報処理部５１は、軸重情報取得部５１Ａ、軸重情報演算部５１Ｂ及び料金決定部５１Ｃを備える。

[0029] 本実施形態では、後述するプログラムを実行することにより、コンピュータを軸重情報取得部５１Ａ、軸重情報演算部５１Ｂ及び料金決定部５１Ｃとして機能させている。

[0030] 課金通信処理装置５０は、車線Ｌを走行する車両Ａの加速度情報に基づいて補正された軸重情報を、路側無線通信装置４０から有線又は無線によって受信する。さらに課金通信処理装置５０は、後述する詳細な車両情報のうち、車載器２０に登録されている車種区分を、通信アンテナ８０を介して車載器２０から取得する。このとき、課金通信処理装置５０は、取得した車種区分及び加速度情報に基づいて補正された軸重情報のうち、加速度情報に基づいて補正された軸重情報だけを利用し、車軸情報に関連した料金を課金する

重量課金方式としてもよい。また、課金通信処理装置 50 は、車種区分及び加速度情報に基づいて補正された軸重情報を利用し、車種区分及び加速度情報に基づいて補正された軸重情報に関連した料金を課金する車両区分課金及び重量課金を併用した方式としてもよい。

図 1 及び図 2 に示すように、課金通信処理装置 50 は、取得した情報や課金処理の結果等を、遠隔地 J に設置された中央決済処理装置 70（上位装置）に出力する。

[0031] 軸重計 60 は、車線 L の路面に車線幅方向に延びるように設けられている。本実施形態では、軸重計 60 は、車線 L の路面に埋設されている。軸重計 60 は、車線 L を車線方向に通行する車両 A に踏みつけられることによって、車両 A の車軸別の荷重（軸重）を計測する。

[0032] 通信アンテナ 80 は、図 2 及び図 3 に示すように、車両 A の車載器 20 との間で無線通信を行う。具体的には、通信アンテナ 80 は、所定周波数（例えば、5.8GHz 程度）の電磁波を送受可能に形成されており、当該電磁波を介することで到来した車両 A が搭載する車載器 20 との無線通信を行う。

本実施形態では、図 3 に示すように、通信アンテナ 80 は、通過する車両 A の車載器 20 から、詳細な車両情報（車軸数、各車軸の車輪数、車両 ID、車種区分、カード情報、入口情報等）を受信する。また通信アンテナ 80 は、通過する車両 A の車載器 20 に、課金処理の結果を含む課金データを送信する。

[0033] 進入側車両検知器 90 は、アイランド I 上に設けられ、車線 L を車線幅方向（±Y 方向）に沿って投光及び受光し、車線 L を走行する車両 A（車体）の存在の有無を判別し、車両通過情報として車両 A 一台分の所定位置の通過（進入）を検出する。

[0034] 発進制御機 91 は、車線 L の下流側に設けられ、車線 L を走行する車両 A の発進の制御を行う装置である。例えば、発進制御機 91 は、車両 A との課金処理が正規に行われなかった場合には、車両 A の退出を制限すべく車線 L

を閉塞する。また、発進制御機 9 1 は、車両 A に対する課金処理が正規に完了した場合には、車線 L を開放する。

[0035] 発進側車両検知器 9 2 は、車線 L の最も下流側に設けられ、車両 A の課金システム 1 からの退出を検知する。

[0036] (車載システム)

車載システム 1 0 の各構成及び機能について詳しく説明する。

複数の車軸を有する車両 A は、車載器 2 0、加速度計 3 1 及び複数の車載無線通信装置 3 0 を備える。図 3 に示すように、本実施形態では、車両 A は、車載器 2 0 及び加速度計 3 1 をそれぞれ 1 台備え、車載無線通信装置 3 0 を車両 A の車軸の数と同じ台数備える。図 3 の場合、車両 A の車軸数は 4 なので、車両 A は、車載無線通信装置 3 0 を 4 台備える。車載無線通信装置 3 0 は、車両 A の各車軸に関連して、各車軸の近傍に設けられている。

[0037] 車載器 2 0 は、通信アンテナ 8 0 の通過前後において、詳細な車両情報を通信アンテナ 8 0 に送信する。

本実施形態では、図 1 に示すように、通信アンテナ 8 0 は、路側無線通信装置 4 0 より下流側に設けられている。これにより、車載システム 1 0 は、路側無線通信装置 4 0 に車両 ID 及び加速度情報を送信した後に、通信アンテナ 8 0 に詳細な車両情報を送信している。

[0038] 各車載無線通信装置 3 0 は、加速度計測値取得部 3 0 A、車両 ID 保持部 3 0 B 及び加速度情報送信部 3 0 C を備える。各車載無線通信装置 3 0 は、後述するように、路側無線通信装置 4 0 と近距離において無線通信可能である。

[0039] 車両 ID 保持部 3 0 B は、各車両別の車両 ID を保持しており、保持している車両 ID を加速度情報送信部 3 0 C へ出力する。本実施形態では、車両 ID 保持部 3 0 B は、車両 A を他の車両と識別できる車両 ID (車両 A 固有の車両 ID) を予め保持している。

各車載無線通信装置 3 0 の車両 ID 保持部 3 0 B は、いずれも車両 A 固有の車両 ID を保持している。

変形例として、車両ＩＤ保持部３０Ｂは、図２の破線の矢印で示すように内部で車載器２０と通信可能とされ、車載器２０から通知された車両ＩＤを保持するものであってもよい。

[0040] 各加速度情報送信部３０Ｃは、加速度計計測値取得部３０Ａを介して、加速度計３１で計測された加速度の計測値を取得すると共に、車両ＩＤ保持部３０Ｂから車両ＩＤを取得する。

各加速度情報送信部３０Ｃは、逐次、加速度の計測値を取得しており、後述する路側無線通信装置４０が要求するタイミングで、加速度情報を路側無線通信装置４０に送信（提供）する。本実施形態では、加速度情報送信部３０Ｃは、加速度情報に車両ＩＤを付して路側無線通信装置４０に送信する。

なお、加速度情報送信部３０Ｃは、加速度の計測値を取得しているが、計測値に関連した加速度情報であれば、どのようなアナログ信号やどのようなデジタル信号を取得してもよい。

[0041] （車載システムの変形例）

変形例として車載システムは、図４のように構成されてもよい。本変形例では、牽引車Ａ'及び被牽引車Ｂ'を車両として、牽引車Ａ'に車載システム１０が搭載され、被牽引車Ｂ'に補助車載システム１０'が搭載されている。

[0042] 牽引車Ａ'に搭載した車載システム１０は、車両Ａと同様に、車載器２０、加速度計３１及び複数の車載無線通信装置３０を備える。車載システム１０は、牽引車被牽引車間通信器２５をさらに備える。各車載無線通信装置３０は、牽引車Ａ'の車両ＩＤ及び加速度情報を、路側無線通信装置４０に送信する。牽引車被牽引車間通信器２５は、牽引車Ａ'の車両ＩＤを保持している。

被牽引車Ｂ'に搭載した補助車載システム１０'は、車両Ａと同様に、加速度計３１'及び複数の車載無線通信装置３０'を備える。補助車載システム１０'は、牽引車被牽引車間補助通信器２５'をさらに備える。

[0043] 牽引車Ａ'が被牽引車Ｂ'を牽引するために連結された場合、牽引車Ａ'

の牽引車被牽引車間通信器 25 と被牽引車 B' の牽引車被牽引車間補助通信器 25' は、有線又は無線の通信回線により接続される。そして、牽引車被牽引車間通信器 25 に保持された牽引車 A' の車両 ID は、牽引車被牽引車間通信器 25 から牽引車被牽引車間補助通信器 25' に送信される。牽引車被牽引車間補助通信器 25' に送信された牽引車 A' の車両 ID は、各車載無線通信装置 30' に保持される。各車載無線通信装置 30' は、送信された牽引車 A' の車両 ID 及び加速度情報を、路側無線通信装置 40 に送信する。

[0044] したがって、本変形例によると、牽引車 A' の車両 ID を、被牽引車 B' の各車軸に取り付けられた車載無線通信装置 30' が取得することによって、路側無線通信装置 40 は、被牽引車 B' の各車軸が属する車両 ID を、牽引車 A' の各車軸が属する車両 ID と同じ車両 ID と認識することができる。

なお、被牽引車 B' の各車軸に取り付けられた車載無線通信装置 30' が、牽引車 A' の有する車両 ID を取得するタイミングは、路側無線通信装置 40 を通過する前であればいつでもよい。例えば、牽引車 A' と被牽引車 B' とを連結する時でもよいし、被牽引車 B' を牽引する牽引車 A' の走行を開始した後でもよい。

[0045] (路側無線通信装置)

路側無線通信装置 40 の各構成及び機能について詳しく説明する。

図 2 に示すように、路側無線通信装置 40 は、軸重計計測値取得部 40A と、加速度情報要求部 40B と、加速度情報取得部 40C と、補正演算部 40D とを機能的に備える。

[0046] 本実施形態では、後述するプログラムを実行することにより、コンピュータを軸重計計測値取得部 40A、加速度情報要求部 40B、加速度情報取得部 40C 及び補正演算部 40D として機能させている。

[0047] 軸重計計測値取得部 40A は、軸重計 60 から車両 A の各車軸の軸重の計測値を取得する。なお、本実施形態では、軸重計 60 から軸重の計測値を取

得しているが、計測値に関連した軸重情報であれば、どのようなアナログ信号やどのようなデジタル信号を取得してもよい。

[0048] 加速度情報要求部40Bは、軸重計計測値取得部40Aによる各車軸の軸重の計測値の取得に応答し、各車軸の軸重の計測値を取得した瞬間に、車載システム10に加速度情報の要求信号を送信する。本実施形態では、軸重計計測値取得部40Aが、各車軸の軸重の計測値を取得した瞬間に、加速度情報要求部40Bは、各車軸に関連する加速度情報送信部30Cに加速度情報の要求信号を送信する。

各車軸の軸重の計測値は、車両Aの各車軸に関連する車輪が軸重計60を踏んだ瞬間に取得されるので、加速度情報要求部40Bは、車両Aの各車軸に関連する車輪が軸重計60を踏んだ瞬間に、各車軸に関連する加速度情報送信部30Cに加速度情報を要求する。

[0049] 加速度情報取得部40Cは、加速度情報要求部40Bの要求に応答して各加速度情報送信部30Cから送信される加速度情報を、関連する車両10と共に取得する。

[0050] 本実施形態では、路側無線通信装置40と各車載無線通信装置30とは、近距離において無線通信可能となっている。このため、各車軸の近傍に設けられた車載無線通信装置30のうち、路側無線通信装置40を通過した車軸の近傍に設けられた車載無線通信装置30だけが、路側無線通信装置40と通信することができる。

すなわち、加速度情報取得部40Cは、車両Aの複数の車軸のうち、通過した車軸の軸重が軸重計60で計測される度に、車両Aの複数の車軸のうち、通過した車軸に関連する車載無線通信装置30だけから加速度情報を取得する。

[0051] もし、車両Aが軸重計60直前で又は通過中に加減速を行うことによって、車両Aに作用する上下方向の加速度が変化したとしても、各車軸が通過する瞬間に計測された最新の加速度情報が、各車軸に作用する加速度情報として、加速度情報取得部40Cに送信される。

[0052] なお、路側無線通信装置40と各車載無線通信装置30との間で通信可能な近距離は、例えば、1 m～1.5 mに設定されている。ただし、当該近距離は、1 m～1.5 mの距離に限らず、路側無線通信装置40が、通信する車載無線通信装置30と通信しない他の車載無線通信装置30とを区別できる距離であれば、どのような距離に設定されてもよい。

[0053] 補正演算部40Dは、軸重計計測値取得部40Aを介して各車軸の軸重の計測値を取得すると共に、加速度情報取得部40Cを介して各車軸の軸重が計測された瞬間の加速度情報を、関連する車両IDと共に取得する。

補正演算部40Dは、取得した各車軸の軸重の計測値を、軸重が計測された瞬間の加速度情報で補正することによって、走行する車両Aについて計測された軸重を、各車軸に関連して静止荷重に換算する。路側無線通信装置40は、換算された各静止荷重を、車軸の各補正軸重として、課金通信処理装置50に送信する。

[0054] 走行する車両Aは、図5に示すように上下方向に加速度をもって振動している。このため、軸重計60で計測される荷重は、静止荷重（上下に振動しない状態で計測される荷重）に比べて上下方向の加速度に関連する変動を受けた荷重（動荷重）となっている。図5において、横軸は時間を示し、縦軸は車両Aが上下方向に受ける加速度を示す。

本実施形態の加速度計31は、静止状態において下方向に重力加速度に相当する1 G（ $\div 9.8 \text{ m/s}^2$ ）を示す。例えば、図5の振動波形の振幅の中心値は、1 Gを示す。

[0055] 本実施形態では、加速度計31によって計測される上下方向の加速度の振動波形と、軸重計60によって計測される荷重の振動波形とは位相が一致している。例えば、上下方向の加速度が最大値を示すとき、軸重計60によって計測される荷重も最大値を示し、上下方向の加速度が最小値を示すとき、軸重計60によって計測される荷重も最小値を示す。

[0056] また、加速度計31によって計測される上下方向の加速度に対し、軸重計60によって計測される荷重（動荷重）は比例している。例えば、上下方向

の加速度が2 Gである時に計測された動荷重は、静止荷重の2倍になり、上下方向の加速度が0.5 Gである時に計測された動荷重は、静止荷重の0.5倍になっている。

[0057] したがって、補正演算部40Dは、図5のように、軸重計60によって計測された瞬間（軸重計ONのとき）の上下方向の加速度を、車載無線通信装置30を介して加速度計31から取得する。そして、補正演算部40Dは、軸重計60によって計測される荷重を、取得された加速度で割ることによって、静止荷重に換算できる。

[0058] もし、加速度計31によって計測される上下方向の加速度に対し、軸重計60によって計測される荷重が比例しない場合、補正演算部40Dは、各種上下方向の各加速度に対する静荷重の変動率を予め把握しておき、換算式や換算テーブルによって、静止荷重に換算してもよい。

[0059] さらに、加速度計31によって計測される上下方向の加速度の振動波形と、軸重計60によって計測される荷重の振動波形とは位相とが一致しない場合は以下のように換算してもよい。

まず、加速度計31は、走行中の車両Aの上下方向の加速度を常に計測し、図5のような車両Aの加速度の振動情報（周期や振幅）を把握しておく。そして、加速度計31は、当該振動情報に加えて、軸重計60を踏んだ瞬間の加速度と振動周期における位相（1周期のどの部分に相当するか）とを、車載無線通信装置30を介して補正演算部40Dに出力する。

他方、補正演算部40Dは、予め各種振動状態（振動波形）における各加速度及び位相での静止荷重に対する変動率を把握しておく。

このように、補正演算部40Dは、車載無線通信装置30を介して取得された振動情報と、軸重計60を踏んだ瞬間の加速度及び位相から静止荷重に対する変動率を特定し、静止荷重に換算する。

[0060] ただし、位相が一致しない場合、加速度計31は、軸重計60を踏んだ瞬間の加速度が、図5の後半の振動のような定常走行状態とは異なる加速度を検出した場合（その場所にて、加減速を行った場合）は、上記の振動周期に

おける位相が不明となる。この場合位相の代わりに、加減速であることを補正演算部40Dに通知する。

この場合も、補正演算部40Dは、予め各種加速減速時の振動状態（振動波形）を把握しておくことで変動率を推定することは可能であるが、単に加減速である旨を出力するだけでもよい。

[0061] このとき、補正演算部40Dは、取得した車両IDによって、車両Aと、先行する車両や後続する車両等とを区別して、複数の車軸を有する車両A一台分の各車軸の補正軸重を取得する。

これにより、進入側車両検知器90による車両A一台分の通過の検出は、必ずしも必要ないので、変形例として、課金システム1は、進入側車両検知器90を設けないものとしてもよい。

[0062] （課金通信処理装置）

課金通信処理装置50の各構成及び機能について詳しく説明する。

軸重情報演算部51Bは、軸重情報取得部51Aを介して、車両A一台分の各車軸の補正軸重を取得する。

[0063] 軸重情報演算部51Bは、取得した車両A一台分の各車軸の補正軸重の間の代表値を演算する。本実施形態の場合、軸重情報演算部51Bは、代表値として最大値を演算し、当該最大値を料金決定部51Cに通知している。

変形例として、軸重情報演算部51Bは、代表値として平均値、中央値等を演算してもよい。

料金決定部51Cは、通知された代表値を利用して、車両Aの料金を決定する。

[0064] 各車両一台分の各車軸の補正軸重の間の代表値は、各車両が道路損傷に与える影響を、他の車両と比較するために用いることができる。具体的には、同じ総重量であっても、補正軸重の最大値や平均値等の大きい車両の方が、補正軸重の最大値や平均値等が小さい車両に比べて、道路損傷に与える影響が大きい。このように各車両一台分の各車軸の補正軸重の間の代表値を用いて料金を算出することによって、課金通信処理装置50は、少なくとも他の

車両と比較において、道路損傷に与える影響度の大きさに応じた料金を課金することができる。

[0065] 変形例として、軸重情報演算部 5 1 B は、車両 A の全補正軸重の総和（合算）を演算してもよい。この場合、軸重情報演算部 5 1 B は、演算した車両 A の全補正軸重の総和を料金決定部 5 1 C に通知して、車両 A の全補正軸重の総和に関連した料金を決定する。

車両 A の全補正軸重の総和に関連して料金を決定すれば、車両 A の総重量に関連した料金を課金できる。車両単位の道路損傷への影響度の大きさは、各車軸の総重量に関連するので、道路損傷への影響度の大きさに応じた料金を課金できる。

[0066] 他の変形例として、軸重情報演算部 5 1 B は、車両 A の全補正軸重を取得すると共に、通信アンテナ 8 0 を介して各車軸の車輪数を取得してもよい。この場合、軸重情報演算部 5 1 B は、補正軸重を各車輪の車輪数で割って各輪重（各車輪の荷重）を算出する。また、軸重情報演算部 5 1 B は、取得した車両 A 一台分の各車輪の輪重の間の代表値（最大値、平均値等）を演算し、演算した代表値を料金決定部 5 1 C に通知する。そして、料金決定部 5 1 C は、通知された代表値を利用して、車両 A の料金を決定する。

例えば、同じ軸重であっても、各車軸が備える車輪数が少ない方が局所的な荷重が大きく、各車軸が備える車輪数が多い方が局所的な荷重が小さくなる。そのため、各車両一台分の各輪重の間の最大値や平均値等の代表値に基づいて料金を課金すれば、車輪別の道路損傷への影響度の大きさに応じた料金を課金できる。

[0067] （課金方法）

本発明に係る課金方法の実施形態について、課金システム 1 及び車載システム 1 0 を用いて説明する。

図 6 に示すように、加速度計 3 1 は、常時上下方向の加速度を計測する（S 1 : 加速度計測ステップ）。軸重計 6 0 は、車両 A の各車軸の軸重を計測する（S 2 : 軸重計測ステップ）。課金システム 1 に進入した車両 A により

軸重計 60 が踏みつけられ、軸重計 60 で荷重が検出された場合（S2：YES）、路側無線通信装置 40 は、車両 A の複数の車載無線通信装置 30 のうち、計測された軸重に関連する車軸の近傍に設けられた車載無線通信装置 30 から、加速度情報を取得する（S3：加速度情報取得ステップ）。軸重計 60 で軸重が検出されない場合（S2：NO）、加速度計 31 は引き続き、常時上下方向の加速度を計測する。次に、路側無線通信装置 40 は、加速度情報に基づいて各車軸の軸重計 60 の計測結果を補正して、各車軸の補正軸重を演算する（S4：補正演算ステップ）。次に通信アンテナ 80 は、車載器 20 から詳細な車両情報を取得する（S5：詳細車両情報取得ステップ）。最後に、料金決定部 51C は、各車軸の補正軸重に基づいて車両 A の料金を決定する（S6：料金決定ステップ）。その後、課金システム 1 は、課金処理を行い（S7：課金処理ステップ）、課金処理結果を車両 A の車載器 20 に送信すると共に、取得した情報や課金処理結果等を、中央決済処理装置 70（上位装置）に出力する。

[0068] （作用及び効果）

本実施形態の作用効果について説明する。

本実施形態では、課金システム 1 は、各車軸の軸重計測結果に基づいて料金を決定している。そのため、同じ総重量であっても、車軸数の異なる車両や前後の積載バランスの異なる車両の間で、課金システムは異なる料金を課金できる。

[0069] さらに、課金システム 1 は、各車軸の上下の加速度で軸重を補正している。このため、課金システム 1 は、走行時の車両の加速度や振動等に起因する各車軸の上下の加速度の影響が軽減された軸重計測結果によって、車両の料金を決定できる。

[0070] また、課金システム 1 は、軸重計測が行われる度に加速度情報を取得する。したがって、課金システム 1 は、計測された各車軸に一对一に関連する加速度情報を取得することができる。

[0071] また、課金システム 1 は、各車軸の補正軸重の間の代表値に関連した料金

を課金できる。車両単位の道路損傷への影響度の大きさは、（積載物含む）車両の代表値に関連するので、課金システムは、道路損傷への影響度の大きさに応じた料金を課金できる。特に、各補正軸重の最大値に関連した料金を決定することで、同じ総重量の車両であっても、車軸単位の局所的な最大荷重に関連した料金を課金できる。

また、各補正軸重の平均値に関連した料金を決定することで、同じ総重量の車両であっても、車軸数に関連した料金を課金とすることができる。

[0072] 本実施形態の課金システム１は、アイランドⅠに敷設されたセパレートレーン方式であるが、変形例として、フリーフロー方式の課金システムに適用されてもよい。

[0073] <第２の実施形態>

本発明に係る課金システム及び車載システムの第２の実施形態について、図７及び図８を参照して説明する。

[0074] 本実施形態の課金システムは、第１の実施形態と基本的に同じであるが、課金通信処理装置に代えて料金自動収受機を適用している点が異なっている。以下異なる点について詳しく説明する。

[0075] 図７及び図８に示すように、課金システム１００は、料金自動収受機１５０を備える。料金自動収受機１５０は、車線Ｌを走行する車両Ａの運転者等（利用者）に課金額等を提示して、料金収受処理を行う機械である。料金自動収受機１５０の前面（車線Ｌ側を向く面）には、課金額を提示するディスプレイや紙幣、硬貨又はクレジットカード等を受け付ける受け付け口等が設けられている。

料金自動収受機１５０は、軸重計６０及び路側無線通信装置４０の下流側におけるアイランドⅠ上に設けられ、車両Ａに関連した金額を課金する。

料金自動収受機１５０は、課金情報処理部１５１を備える。軸重情報取得部１５１Ａ、軸重情報演算部１５１Ｂ及び料金決定部１５１Ｃを備えた課金情報処理部１５１は、第１の実施形態と同様な機能を発揮する。

本実施形態の課金システム１００に対して、車載システム１０の車載器２

0は必ずしも必要ないので、変形例として、車載システム10は、車載器20がない構成としてもよい。

[0076] なお、上述の各実施形態においては、課金システムの課金情報処理部や路側無線通信装置の各種機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各種処理を行うものとしている。ここで、上述した各CPUの各種処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって上記各種処理が行われる。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

また、課金システムの課金情報処理部や路側無線通信装置の各種機能が、ネットワークで接続される複数の装置に渡って具備される態様であってもよい。

[0077] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

[0078] 例えば、本実施形態は、有料道路の通行料金の課金システムであるが、駐車場の駐車料金の課金システムに適用してもよい。

[0079] 本実施形態の軸重計は、車線Lの路面に埋設されているが、変形例として、軸重計は、車線Lの路面に既に設置されている踏板や踏板フレーム等に埋

設されてもよい。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明の課金システムは、走行時の車両の加速度や振動等による影響が軽減された軸重の計測結果を取得することを目的とする。

符号の説明

- [0081] 1 課金システム
- 10 車載システム
 - 10' 補助車載システム
 - 20 車載器
 - 25 牽引車被牽引車間通信器
 - 25' 牽引車被牽引車間補助通信器
 - 30 車載無線通信装置
 - 30' 車載無線通信装置
 - 30A 加速度計計測値取得部
 - 30B 車両ID保持部
 - 30C 加速度情報送信部
 - 31 加速度計
 - 31' 加速度計
 - 40 路側無線通信装置
 - 40A 軸重計計測値取得部
 - 40B 加速度情報要求部
 - 40C 加速度情報取得部
 - 40D 補正演算部
 - 50 課金通信処理装置
 - 51 課金情報処理部
 - 51A 軸重情報取得部
 - 51B 軸重情報演算部
 - 51C 料金決定部

- 6 0 軸重計
- 7 0 中央決済処理装置
- 8 0 通信アンテナ
- 9 0 進入側車両検知器
- 9 1 発進制御機
- 9 2 発進側車両検知器
- 1 0 0 課金システム
- 1 5 0 料金自動収受機
- 1 5 1 課金情報処理部
- 1 5 1 A 軸重情報取得部
- 1 5 1 B 軸重情報演算部
- 1 5 1 C 料金決定部
- A 車両
- A' 牽引車
- B' 被牽引車
- I アイランド
- J 遠隔地
- L 車線

請求の範囲

- [請求項1] 車線上に配置されて、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計と、
- 各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する加速度情報取得部と、
- 前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、各車軸の補正軸重を演算する補正演算部と、
- 各車軸の補正軸重に基づいて前記車両の料金を決定する料金決定部と、
- を備える課金システム。
- [請求項2] 前記軸重計の計測結果の取得に応答し、前記車両に前記加速度情報の要求信号を送信する加速度情報要求部をさらに備え、
- 前記加速度情報取得部は、前記要求信号に応答して車両から提供される前記加速度情報を取得する請求項1に記載の課金システム。
- [請求項3] 各車軸の補正軸重の間の代表値を演算する軸重情報演算部をさらに備える請求項1又は2に記載の課金システム。
- [請求項4] 前記代表値は、各車軸の補正軸重の間の最大値又は平均値である請求項3に記載の課金システム。
- [請求項5] 各車軸の補正軸重の総和を演算する軸重情報演算部をさらに備える請求項1又は2に記載の課金システム。
- [請求項6] 各車軸に関連する上下方向の加速度情報を計測する加速度計と、
- 車線上に配置された軸重計で計測された各車軸の計測結果の取得に応答して送信される要求信号に応答して、前記加速度情報を提供する加速度情報送信部と、
- を備える車載システム。
- [請求項7] 車線上に配置された軸重計で、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計測ステップと、
- 各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する

加速度情報取得ステップと、

前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、
各車軸の補正軸重を演算する補正演算ステップと、

各車軸の補正軸重に基づいて前記車両の料金を決定する料金決定ステップと、

を有する課金方法。

[請求項8]

車線上に配置されて、通行する複数の車軸を有する車両の各車軸の軸重を計測する軸重計を備える課金システムのコンピュータを、

各車軸に関連する上下方向の加速度情報を、前記車両から取得する
加速度情報取得部、

前記加速度情報に基づいて各車軸の軸重計の計測結果を補正して、
各車軸の補正軸重を演算する補正演算部、

として機能させるプログラム。