

不正通行監視システムの構築

阪神高速道路(株)情報システム部システム通信技術グループ 北村 孝二

要 旨

阪神高速道路をはじめ有料道路では正規の通行料金を支払わずに通行する車両（不正通行車両）の存在が大きな課題となっており、マスコミでも取り上げられ大きな社会問題となっている。また、ETCシステムの導入によりレーンを無人化したことにより不正通行車両が増加傾向にあるとともに、無人のため不正通行車両の把握が困難な状況にある。

この問題を解決するため、ETC専用運用を行っているレーンに不正通行車両記録装置を設置するとともに、記録されたデータに基づき、不正行為者への支払いの督促や警察当局への被害の届け出を容易にするための中央処理装置を構築した。

構築に際しては費用対効果の観点から、料金所レーンに設置している各種のカメラや計測装置と一体化もしくは連動を図り効率的なシステム構成を実現し、不正通行対策の重要な手段の一つとして運用されその効果が期待されている。

キーワード:不正通行, 車種判別, カメラ

はじめに

阪神高速道路(株)の不正通行対策については、公団時代から料金所における不正通行の事実の記録と抑止対策として、主に暴走族による料金所の強行突破や、平成元年頃より料金改定に端を発した、フリーウェイクラブを名乗る常習者の無料通行宣言書による不正通行への対策を中心に行ってきたところである。

特に平成 14 年度以降は、弊社では「不正通行防止キャンペーン」と称して、料金所での不正通行車両の監視と可搬式ビデオカメラによる記録に努めており、現在に至るまで随時、料金所において複数の社員が不正通行車両の監視を行っている。

一方、平成 13 年 7 月から順次導入してきた ETC（自動料金収受システム）により、無人化した ETC 専用レーンでの不正通行車両が増加傾向にあることから対策が急務となってきたところであるが、従来からの可搬式ビデオカメラによる画像や料金収受員による記録はその精度に問題があり、不正通行記録の高精度化（車両と運転者および不正内容の特定）とデータの活用が、民営化以降の対策（料金請求の他、違法行為として警察への通報など）において極めて重要となった。

阪神高速道路で行ってきた不正通行対策は、ETC 導入以前は料金収受員の操作により不正通行車両を記録する仕組みであり、不正の判断や記録の有無はすべて料金収受員の操作に依存していた

ため、無人レーンでは運用できない。

このため、料金収受員の操作に依存せず、無人レーンであっても自動的に不正通行車両を特定し、記録するシステムの開発が望まれてきた。

一方、料金所には必要の都度単一目的で各種の画像を扱う装置が整備され、料金所アイランドにそれらの装置が乱立し、新たな装置の設置スペースの確保も困難な状況であった。

そこで、画像を扱う装置を一元化し多用途に使用するとともに、設置スペースの縮小や設備コストの削減のため多目的カメラを開発し、整備を行ったものである。

本稿では不正通行監視システムの構築について紹介するが、不正通行対策というシステムの性質上、公開出来ない部分も有ることをあらかじめ承知頂きたい。

1. 各種の画像を扱う装置

阪神高速の料金所アイランド上に設置している画像を扱う装置の概要を以下に示す。また、料金所の機器設置状況を図-1 に示す。

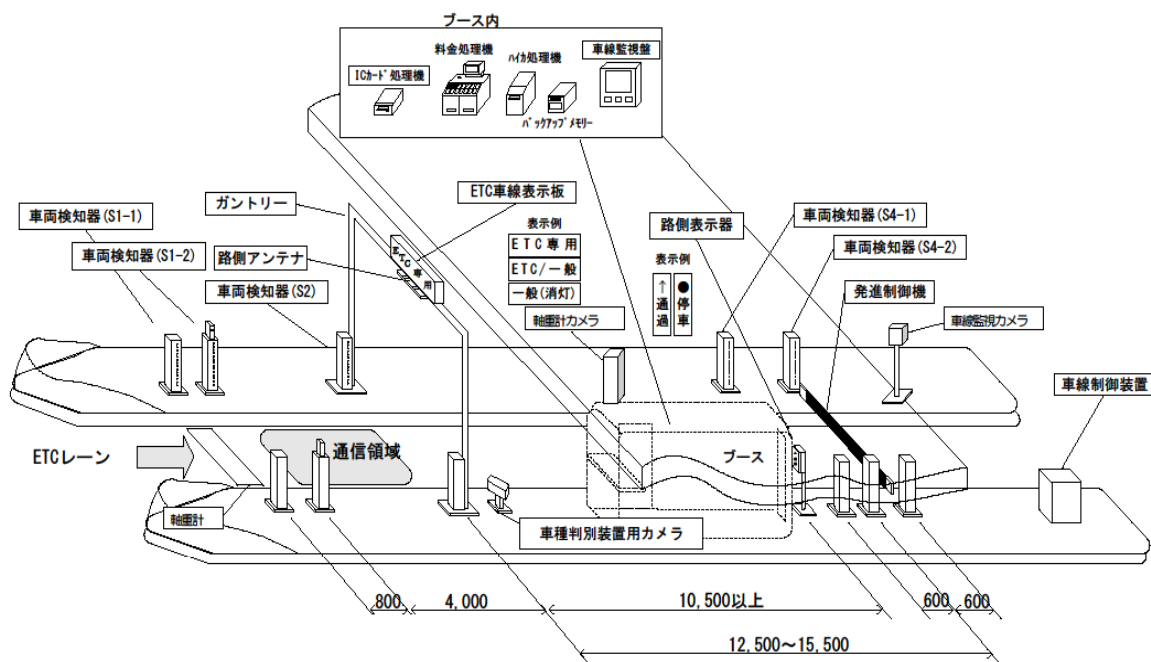


図-1 料金所の機器設置状況

1-1 車種判別装置

通行料金算定のために通行車両の車種を判別するもので車両の大きさやナンバープレート情報などにに基づき阪神高速の通行料金で扱う車種区分の「普通車」、「大型車」に分類している。

車種判別装置は次の機能体で構成している。

(1) 車両検知

車両がレーンに進入したことを検知する。

また、ETCの無線交信開始のトリガー（起動信号）としても兼用している。

(2) 車高検知

レーンに進入した車両の車高を計測する。

(3) ナンバープレート撮影

レーンに進入した車両のナンバープレートを撮影する。シャッタートリガーは車両検知である。

(4) 車種判定

上記のデータに基づきレーンに進入した車両の車種判定を行い、普通車、大型車に分類し課金装置に通知する。なお、判定不明な車両については不明車種として人為的に判定を行う。

1-2 軸重計

通行車両の重量（軸重）を計測するもので、計測値が閾値を超えている場合は運転者、ナンバープレートを含む車両の全景と計測値を記録するものである。あわせて有人レーンの場合は当該車両に違反の警告や次出口での退出を要請するための警告書を発行する。

軸重計は次の機能体で構成している。

(1) 軸重計測（車両検知共）

車両がレーンに進入したことを検知し、軸重を計測する。

(2) 軸重判定

計測した軸重が閾値を超えているかどうかを判定し、超えている場合には車両撮影の指示を行う。

(3) 車両撮影（ナンバープレート、運転者共）

撮影対象車両のレーン内の位置を捕捉し、適切な位置で撮影する。

1-3 車線監視カメラ

E T Cレーンにおいて、車両のレーン通過状況を監視するもので、料金收受員またはE T C監視員が料金所ブース内のモニタで無人レーンの運用状況をオンラインリアルタイムの動画で監視している。

車線監視カメラは次の機能体で構成している。

(1) 監視カメラ

車線を24時間動画で撮影する。

(2) モニタ

撮影した画像を表示する。

1-4 不正通行記録カメラ

不正通行の記録装置は従来からその時代の要請に応じて整備されてきており、従来の常設タイプの装置としては、大別して次の2方式がある。

ひとつは料金收受員が不正を認知し撮影操作（撮影釦を押下）することにより記録するもので、記録はビデオテープやフィルムである。

もうひとつはE T C導入時に試行的に導入したE T Cレーン用の記録装置で、今回のシステムの前身となるもので、E T C課金判定により、不正

車両を特定し自動的に記録するものである。記録は画像データで、中央で収集される。

2. 画像を扱う装置の統合

前項で述べたように料金所には複数の画像を扱う装置が設置されており、それらの機能を統合することについて着目した。

2-1 各装置の必要とする画像

(1) 車種判別

車種判別に必要な画像はナンバープレートのみのものであり、静止画である。

(2) 軸重計

軸重計に必要な画像は車両の全景に運転者、ナンバープレートを含む静止画である。

(3) 車線監視カメラ

車線監視カメラに必要な画像は車線の全景と車両の通過状況の動画である。

(4) 不正通行記録カメラ

不正通行記録カメラに必要な画像は従来不正の一部始終を記録（動画）することが求められていたが、不正の事実をE T C課金データで証明することにより、静止画でも要件を満たすこととなった。

2-2 画像の品質

画像の精細度は車線監視カメラを除き、ナンバープレートの画像処理が可能な精細度が必要である。また、軸重計、不正通行記録については「不正＝犯罪」の証拠となるものであることから相当な精細度が求められる。

これらのことを満足するためには既にナンバープレートの画像処理を行うため高品質な画像を撮影している装置の画角を車両の全景が捕捉可能な範囲まで同品質のまま拡大することが有効である。

2-3 画像の品質確保のための対策例

大型車両を対象にした場合、ナンバープレートと運転者付近を同時撮像するには、3m程度まで

の垂直視野が必要である。また、画像処理を行うカメラは、夜間照明が無くても読取可能なように、近赤外照明を利用している。この為、視野を広げるには、カメラのCCD画素を増やすことと、照明照射領域を広げることの両方が必要である。

画像処理を行うカメラの照明は、連射発光が可能で長寿命である近赤外波長のLEDを用いているが、照射領域の拡大や照明パワーを得るには、キセノン管照明と異なり発光面積が広がる難点がある。この為、ナンバープレートと運転手を同時に撮像するには、フロントガラス及び距離による減衰から、配光を調整する必要がある。そこで、次の3つの対策により、従来装置の2倍程度の照明サイズアップに抑えながら、運転手とナンバープレートを適切な明るさで撮像することが可能となった。

撮影画像の例を写真-1に示す。



写真-1 撮影画像の例

(1)複数枚のパネルで対象領域を照射

LEDを基板上に並べたパネルを複数枚利用し、大型車の運転者付近、普通車の運転者付近、ナンバープレート付近の3つの領域に適切に向け、必要のない領域への漏れを最小限にして、発光面積を削減した。

(2)配光の異なるLEDを利用

広めの領域を照射するLEDの他に、運転者付近には、集光タイプのLEDを用いてスポットライト的に光を集めることで、ナンバープレート付

近は均一な配光に、ナンバープレート付近と近接領域である普通車運転手付近は、ナンバープレート領域より約3倍の光量となる配光を実現した。

(3)照明を2分割化

大型車運転手の運転者付近への照明はカメラの上に、普通車とプレート領域用の照明はカメラの下に照明を2分割して配置した。結果、普通車のルームミラーや、大型車のインストルメントパネルの影が運転手の顔にかからないように撮像可能となった。

3.不正通行を特定するための方法

車種判別装置は車種判別のために一時的にナンバープレートを撮影し、車種判別後はその画像データは破棄している。

不正通行監視システムでは、画像データのうち不正に該当するものは保存して不正対策に利用し、不正に該当しないもののみを破棄するようにしなければならない。

3-1 主な不正通行

ETC専用レーンでの料金支払いにかかる不正は主に以下のものが挙げられる。また、不正は意図的なもののほか運転手の失念等によるものもあるが、システム的にはそれらの分類は困難である。

(1)非ETC

ETC車載器を搭載せずに、強行に通過する。

(2)ETC車載器の載せ換え

例えば、大型車に普通車情報の登録されたETC車載器を搭載し、車種を偽って通過する。

(3)ETCカードの未挿入など

ETCカードの未挿入や有効期限切れなど使用できないカードを挿入して通過する。

3-2 不正通行の特定

ETC専用レーンでの不正通行の特定はETC車載器の情報と車種判別装置などの路側機器により計測収集したデータとを照合することで比較的容易に特定することが可能である。その一例を以

下に示す．また，各機器のデータ連携の概念を図-2に示す．

(1) 非 ETC

車両検知器の計測では車両がレーン上に存在することが明らかであるが，ETC車載器が無線通信を行わない場合．

(2) ETC車載器の載せ換え

車種判別装置の取得したナンバープレートや車種情報とETC車載器から取得したナンバープレートや車種情報が異なる場合．

(3) ETCカードの未挿入など

ETC車載器を介して取得したETCカードの情報が未挿入や有効期限切れなどの場合．

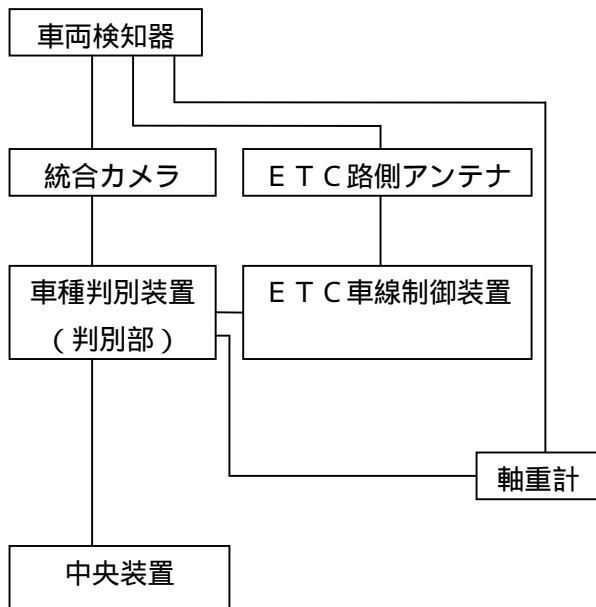


図-2 機器のデータ連携の概念

3-3 不正通行の特定にかかる問題点と解決策

不正通行の特定には各種装置のデータを連携して行うため，それぞれの装置が取得したデータが同一の車両に対するものであることが最も重要である．

これを可能とするために車種判別，車両撮影，無線通信のトリガーを車両検知器による車両検知に統一し共有のデータで処理することにより同一車両に対するデータであることを担保している．

4．中央装置

不正通行対策としては単に路側機器で不正車両を特定し記録するだけでは不完全であり，その記録データにより不正者への警告や支払い請求また，被害の届出などを行わなければならない．これらに対応するために中央装置を設置している．

システムの活用イメージを図-3に示す．

【不正通行監視システムの活用イメージ】

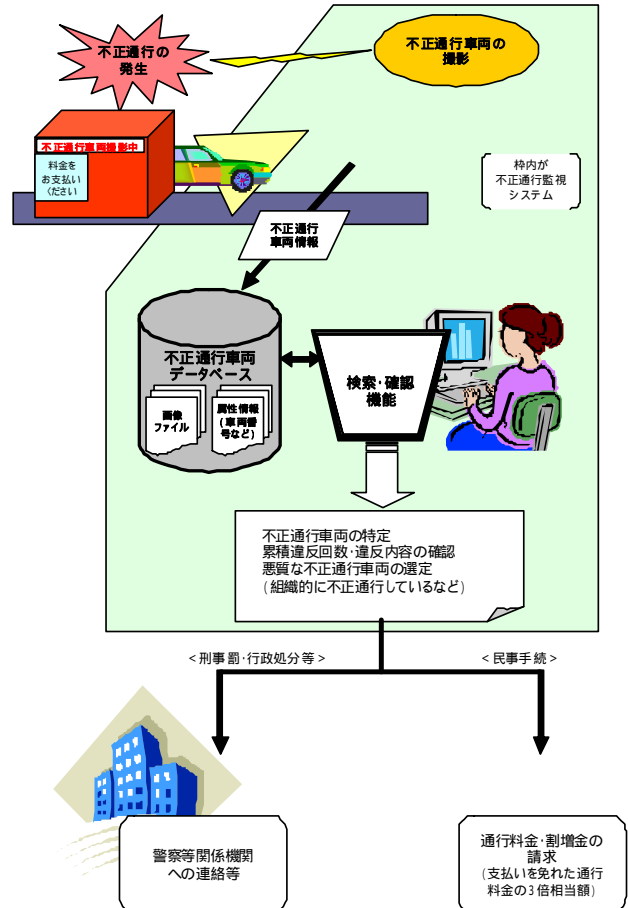


図-3 システムの活用イメージ

4-1 中央装置の処理概要

中央装置は路側機器で記録した不正通行車両の画像データ等を収集し，データベースとして必要期間保存している．

収集したデータに基づき不正通行車両の特定，不正通行の累計処理や不正内容の確認，組織的な不正通行車両の選定を行っている．

4-2 不正車両の特定

路側機器から収集した不正通行車両のデータに

はナンバープレート情報などの車両を特定するデータが含まれているため、車両の特定は容易であるが、運用において未払い金の請求などに必要となる運転者の住所、氏名などの情報は含まれていないため、別の手段で収集する必要がある。

これにはナンバープレート情報を元に車検証に記載された所有者、使用者の情報を手がかりに必要な情報を収集することが一般的な方法である。

これには管理者である運輸局に対して車籍照会を行う必要がある。車籍照会は所定の書式に必要事項を記載して行うものであり、従来は定型申請書に人手により記載していたが、必要事項の入力済みの申請書の出力までシステム化しオペレータの負担を軽減している。

4-3 データベース

中央装置で保存するデータをデータベース化することにより、不正通行車両の不正認知から不正

の事実確認、支払い請求、督促、支払い完了といったステータス管理を容易にしている。また、不正通行の累計処理は、悪質の程度の判断材料の一つとして利用が期待されている。

5 . その他

本システムは平成19年4月から本格的に運用を開始しているが、不正通行車両を系統的に捕捉することにより、人為的な処理に比較し、より正確な不正通行車両台数の把握や様々な不正の形態が判明しつつある。また、不正通行に関する運用の大半をシステム化したことにより迅速な処理が可能となった。

しかし、不正の手口は日々巧妙化しており車両の特定が困難なケースなども増えつつあり、これらへの対応を今後検討する必要がある。

CONSTRUCTION OF NONPAYING VEHICLE SURVEILLANCE SYSTEM

Takaji KITAMURA

The existence of vehicles that pass through the tollgate without paying on toll roads including the Hanshin Expressway has become a social issue and has been repeatedly reported in the mass media. The number of nonpaying vehicles is increasing rapidly with the introduction of electronic toll collection (ETC) system which enabled tollbooths to be unmanned, making the situation more difficult to solve.

In order to solve this problem, nonpaying vehicle recording devices were set up on the lanes exclusive for ETC, and the central processing unit was constructed to facilitate sending off payment reminders to nonpaying drivers and damage reports to the police based on the recorded data.

The devices for this system were installed in conjunction with existing cameras and measuring instruments on the expressway from a cost-effectiveness viewpoint. The system has been operated successfully as one of the important means against nonpaying vehicles.

北村 孝二



阪神高速道路株式会社
情報システム部 システム通信技術グループ
Takaji Kitamura