
鉄道沿線画像の活用システム

Maintenance System for Railway Apparatus by Using Motion Pictures

白銀 辰雄(Tatsuo Shirokane) 今野 信三(Shinzo Konno) 山崎 徹(Toru Yamazaki)
矢崎 雄大(Takehiro Yazaki) 大倉 博(Hiroshi Okura)

要旨：

鉄道沿線の信号付帯設備の検査保全業務を効率化をするために、連続的に取り込んだ電車線沿線画像のうち、目的とする設備画像をダイレクトに検索表示し、目視確認、距離計測、画像計測する「沿線画像活用システム」を共同開発した。従来は人手による画像撮影と写真のファイリングによる管理が主なものであった。この度開発したシステムは、画像撮影を行う車上系システムと検索をおこなう地上系システムからなり、(1)コンピュータにより完全制御されたVTR完全自動撮影、(2)ビデオテープのタイムコードと電車の走行距離とを対応づけるデータの自動作成、(3)各種補正処理、区間検索の手法の新規導入、(4)コンピュータからの目的画像の距離による自動検索、(5)検索した画像の簡易データベース機能、(6)検索画像間の区間計測、検索画像内の画像計測を特徴としている。本システムにより連続的に撮影した沿線画像を活用することで、信号設備の保安全管理をより効果的に行うことができる。

Synopsis：

The authors have developed a maintenance system of railway signaling and safety systems using motion pictures along railways for more convenient and efficient maintenance. The system consists of two main parts; one is the train system for computer-automated gathering of motion pictures and distance-time-code data, and the other is the ground system made of a picture retrieving system and image measuring system. The ground system enables us to retrieve a picture of a desired place on the video tape automatically by inputting the distance value in a certain railway interval, to check the apparatus in it, and to measure the distance of two different places and the construction gauge inside a picture without going to the site. These newly developed distance correction techniques and graphical interface and simple menu system have made the railway maintenance operation easier and the results more accurate.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

Maintenance System for Railway Apparatus by Using Motion Pictures



白銀 辰雄
Tatsuo Shirokane
川鉄情報システム(株)
FAエンジニアリング事
業部 FAシステム部
設計開発グループ 主
任部員(次長)



今野 信三
Shinzo Konno
東日本旅客鉄道(株) 総
合企画本部総合技術
開発推進部ME化推
進プロジェクト 課長



山崎 徹
Toru Yamazaki
東日本旅客鉄道(株) 総
合企画本部総合技術
開発推進部ME化推
進プロジェクト



矢崎 雄大
Takehiro Yazaki
川鉄情報システム(株)
FAエンジニアリング事
業部 FAシステム部
設計開発グループ



大倉 博
Hiroshi Okura
川鉄情報システム(株)
FAエンジニアリング事
業部 FAシステム部
主任部員(部長)

1 緒 言

鉄道沿線の線路、電力供給架線、信号通信設備の点検作業は、列車の安全運行に欠かすことのできないものである。このため、東日本旅客鉄道(株)と共同でこの点検作業を効率的に行うためのシステムを開発した。本システムは電気検測車**に搭載したカメラとVTRで、沿線の信号設備状況を自動的に撮影する車上系システムと、撮影した映像を用いて異常を発見するための地上系システムからなる。従来の沿線状況の点検作業は、ほとんど保守作業員による現場に出向いての確認やスチルカメラでとった現場の状況写真の確認により行われていた。また、これらの正常状態時あるいは事故時の画像データ(写真)および文字データ(報告書、設備情報)は、一部

要旨

鉄道沿線の信号付帯設備の検査保全業務を効率化するために、連続的に取り込んだ電車線沿線画像のうち、目的とする設備画像をダイレクトに検索表示し、目視確認、距離計測、画像計測する「沿線画像活用システム」を共同開発をした。従来は人手による画像撮影と写真のファイリングによる管理が主なものであった。この度開発したシステムは、画像撮影を行う車上系システムと検索をおこなう地上系システムからなり、(1)コンピューターにより完全制御されたVTR完全自動撮影、(2)ビデオテープのタイムコードと電車の走行距離とを対応づけるデータの自動作成、(3)各種補正処理、区間検索の手法の新規導入、(4)コンピューターからの目的画像の距離による自動検索、(5)検索した画像の簡易データベース機能、(6)検索画像間の区間計測、検索画像内の画像計測を特徴としている。本システムにより連続的に撮影した沿線画像を活用することで、信号設備の保全管理をより効果的に行うことができる。

Synopsis:

The authors have developed a maintenance system of railway signaling and safety systems using motion pictures along railways for more convenient and efficient maintenance. The system consists of two main parts; one is the train system for computer-automated gathering of motion pictures and distance-time-code data, and the other is the ground system made of a picture retrieving system and image measuring system. The ground system enables us to retrieve a picture of a desired place on the video tape automatically by inputting the distance value in a certain railway interval, to check the apparatus in it, and to measure the distance of two different places and the construction gauge inside a picture without going to the site. These newly developed distance correction techniques and graphical interface and simple menu system have made the railway maintenance operation easier and the results more accurate.

各線区ごとに手作業により設備管理台帳と写真台帳の形で保管されていた。

今回開発したシステムは、信号設備の状況、例えば信号機の視界を遮るような異常状況を、設備保全員が直接現場に行くことなく発見することができる。また従来の静止画だけでは不十分な確認作業

* 平成6年5月11日原稿受付

**電気検測車とは2両からなる特殊電車であり、鉄道沿線信号通信設備、

電力設備の保全の目的のために定期的に運行され、管轄線区の試験検査を行うものである。

に対して、連続的に撮影した画像を活用することによって、よりの確に信号設備の保全管理をするものである。

本報ではシステムの基本構成と、その機能および今回新しく開発した画像検索手法、機能を中心に報告する。

2 システム構成

今回開発したシステムは、検測車に設置された車上系システムと地上のコンピューター室に設置された地上系システムとから構成される。

2.1 車上系システムの構成と操作方法

車上系システムでは、双方向の撮影を可能とするためカメラは **Photo 1** に示すように検測車の前後の運転台にそれぞれ1台ずつ設置されている。また、制御用のノートパソコンやVTRなどが検測車中央部の制御室内のラックに設置されている。車上系の全体のシステム構成を **Fig. 1** に示す。3板式固定撮像カメラによって取り込まれた画像は、ノートパソコンによりリモートコントロールされるVTRに自動的に記録される。

一方ノートパソコンには、検測車の車速発電機から発生されたパルスをもとに生成した1mパルスが取り込まれる。取り込み後、このパルスを積算して得られる積算距離データとVTRから取り込まれた記録時間を表すタイムコードとの対応付けが行われ、突き合わせデータが生成される。このデータは、撮影終了後に地上システムの距離検索の元データとして利用される。なお電車が停止して車速パルスが出なくなると、自動的にVTRは記録モードからポーズ

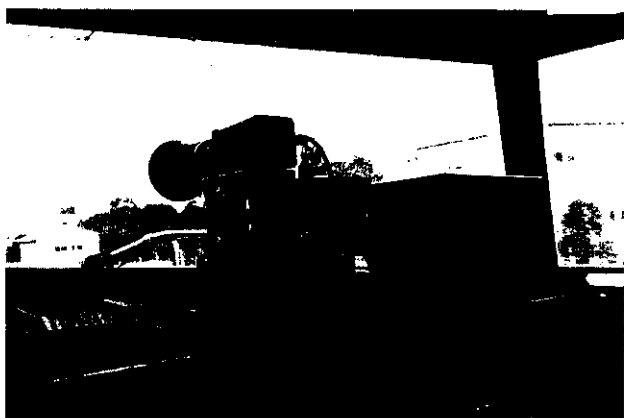


Photo 1 View of camera setting on the train

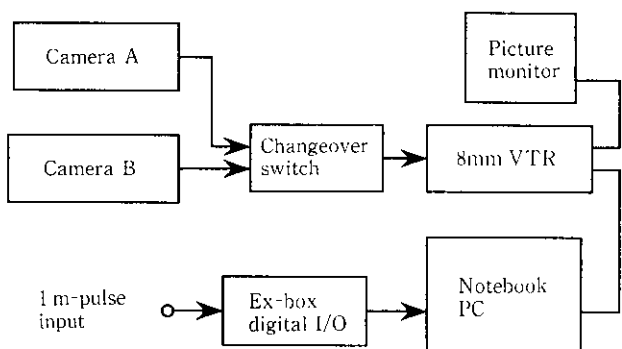


Fig. 1 Train system configuration

モードに切り替わり、テープの無駄な消費が抑えられるようになっている。また本システムでは、担当者の作業負担を抑えるため、三つのファンクションキーによる録画、停止、終了制御と、フロッピーディスクの出し入れのみに操作を限定している。その他の操作は、すべて自動で行われる。

2.2 地上系（画像検索）システムの構成と操作方法

地上系システムは、**Fig. 2** に示すように、画像検索と検索した画像に対して画像計測を行う二つの部分に分けられる。地上系システムは、東京信号区武蔵野線機器室***に設置した。

画像検索部分は、画像再生のためのVTRと高速検索のためのVDR、制御用のパソコンから構成されている。一方、画像計測部分は、当社の汎用画像処理装置である「画像博士」とワークステーションとで構成されている。

画像検索における操作は以下の手順で行う。(1)検測車上で撮影された8mmビデオテープを地上系VTRへ挿入し、距離・タイムコードの突き合わせデータが記録されたフロッピーディスクを地上系パソコンに挿入する。(2)パソコン上で車輪径/区間距離補正を行う。(3)この補正データをもとに、パソコン画面の距離リストからの選択あるいは、検索区間と距離の値の入力によって、所望の場所の位置を自動検索する。(4)検索位置が微妙に違う場合、パソコン上からVTRを直接制御し、検索位置の修正をおこなう。(5)高速かつ頻度の高い検索の場合は、書換可能なビデオディスクに検索区間をリモートコピーすることによりVDR上で検索をおこなう。(6)検索された画像については、再検索を行うため用意されている簡易データベース上に、設備名称、公称キロ程、付随情報を書き込む。

画像計測については、検索した画像を静止画像として画像博士システムに取り込み、建築限界などの確認のための計測を行う。

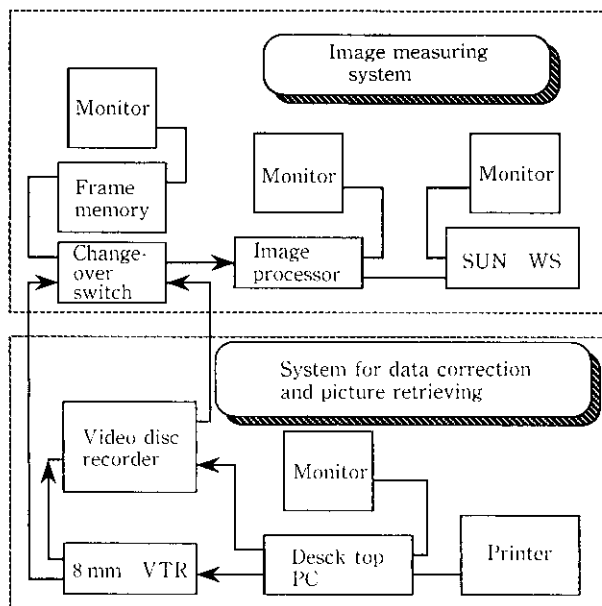


Fig. 2 Ground system hardware configuration

***東京地域本社内にあり、武蔵野線の信号設備の状況を含め運行制御監視のためのコンピュータが設置されているシステム室である。最終的には指令室への配備を目指しているが現在のところスペースの問題と試用段階ということもあり当場所に設置されている。

画像計測については、ワークステーションと画像博士を用いて行い、画像博士のグラフィカルなユーザーインターフェース上でレール幅を基準として、信号設備の計測をおこなう。

4 地上系システムの主要機能

地上系のシステムの機能のうち、中心的な機能である距離補正、画像検索、画像計測について説明をする。

4.1 距離補正の概念

東日本旅客鉄道内で、現在使用されているキロ程情報としては、三つがある。“公称キロ程”は、台帳などで使用しているキロ程で、実務上、最寄りのキロポスト（100 m 単位）からの距離を実測した値を公称キロ程としている。“検測キロ程”は、検測車自身が作り出しているキロ程情報で、地上子の位置を頼りに可能な限り公称キロ程と一致するよう工夫されている。“積算キロ程”は、スタートしてからの走行距離を累積加算して出したキロ程情報である。公称キロ程は、いわば仮定のキロ程情報であり、現実の距離とはずれることが多く、今回の検索距離として採用するのは難しい。また検測キロ程も、線路のルートの変更などにより、一意的な距離検索に必要な単調増加関数となっていないために採用することができない。このため本システムでは、車速発電機から作られた 1 m パルスを積算して得られる、積算キロ程を採用することとした。

この積算キロ程の場合、比較的近い 2 地点間の距離を求めるには十分な精度があるが、長い距離を積算し続けると、空転滑走などによる誤差が蓄積され、ずれが大きくなるという問題がある。このため今回のシステムでは車輪径による補正方法と、区間に区切って補正をする方法を提供している。

区間に区切る方法では、始点と次の始点までを一つの区間として扱う****。各区間での距離補正は、新しい区間の始点と区間途中に距離校正をするための校正点を設定し、その始点からの正しい距離の値を入力することにより行われる。この区間は、取り込まれた一つのフロッピーデータに対し 26 区間まで指定でき、自由に追加削除が可能となっている。距離補正、区間指定のメニューを Fig. 5 に示す。

区間	運行	積算キロ程	補正後キロ程
A	X X	-999.999Km	-999.999Km
B	X X	-999.999Km	-999.999Km
C	X X	-999.999Km	-999.999Km
D	X X	-999.999Km	-999.999Km
E	X X	-999.999Km	-999.999Km

区間: A	運行: X X
起点: -999.999 Km	→ -999.999 Km
校正点: -999.999 Km	→ -999.999 Km

Fig. 5 GUI view for correcting distance

****操作を簡単にするためにこの考えを採用した。始点と終点をともに設定する手法にすると、全ての区間を完全に設定をする必要が生じる。そうしないと終点から始点までの区間が検索対象からはずれるためである。

4.2 区間距離検索とデータの登録

画像検索の操作は、距離補正と同様な画面上でインタラクティブに行える。所望の画像は、区間リストでスクロールさせるか、実際の区間とその距離を指定することによって自動的に検索される。所望画像が微妙にずれている場合は、VTR または VDR をパソコン上からリモートでコントロールできるメニューを用意している。また簡易データベースを用いて検索した画像に対して設備名称（信号機、トラフ、地上子、踏切、分岐器など）の選択、付随情報の記載ができる。これらのデータは、再検索の際の検索キーとなる。またこの検索メニューの中では、同一運行内の画像を頻繁に検索するときに用いるので高速検索リモート制御可能となっている。

4.3 区間計測

区間計測は、工事区間の距離確認等に用いられる。区間距離は、補正された積算キロ程をベースとして、二つの異なる場所の画像間の対応する積算距離の差分を計算することにより求められる。この区間距離計測で、所望の場所の頭出しは、画像検索と同様に VTR のリモート操作、あるいは所望の画像の積算距離データの入力によりおこなう。二つの場所の指定により自動的に対応する補正区間距離が取得され、その二地点間の距離が計算される。

4.4 画像計測

画像計測は、主に建築限界等の簡易計測に用いられる。計測は画像検索で得た画像を画像博士に取り込み、その画像内の対象物あるいは対象位置に対して計測を行う。また本計測では、計測対象物の同一平面内にある線路の間隔（軌間（軌軌レールでは 1067 mm）を基準値（長さ）としており、計測結果は画像博士の操作画面上に表示される。具体例としてレールから信号設備までの水平垂直距離を求める際に、測定する場所を矩形図形で指定した画面の例を Photo 2 に示す。

5 適用範囲と課題

今回開発したシステムは、鉄道沿線の信号設備の検査保守業務であった従来の現場に向いての設備確認作業に代わり、検測車と呼ばれる特殊電車で載せたカメラで撮影したビデオ画像を用いて、本業務を効率化するものである。すなわち地上システムで現場の画像を検索し、現場に行かずともその画像で状況の確認、設備の不具合状況、建築限界の簡易確認、事故現場の事故前の現場の状況確認、工事後の完成状況の確認等が行える。また検測車が 2 箇月に 1 回管轄線区を全てまわり、定期的に各線区の現場状況を動画画像情報と付随データとして管理することができる。さらに、設備台帳の変更・更新等の作業も現場に行かなくとも可能になった。

今回開発したシステムでは、従来使っていたデータベースとのリンクが実現されていない。また画像の取り込みの際、カーブ等にさしかかるとカメラの視界が固定のため必要な視界からそれるという問題がある。さらに今回の車上システムは、検測車と呼ばれる特殊電車で設置されており、手軽な運用を考えると、任意の営業車に載せられるようなコンパクト化も望まれる。今回は画像データの検索の一意性を保つため、基本的に積算補正キロ程を使っている。しかし従来の設備の検索方法、データベースを活用すると、何らかの形で、公称キロ程、検測キロ程からの検索も望まれる。

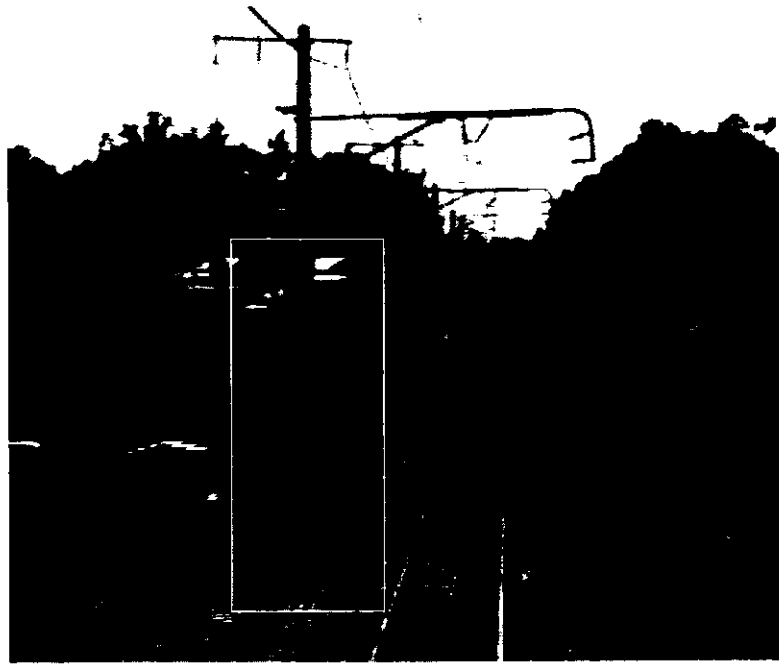


Photo 2 Example image of a measuring figure inside a picture

6 結 言

鉄道沿線設備の検査保守業務を効率的に行うために、ビデオにより取り込んだ電車線沿線画像を用い、目的とする設備画像の検索、目視検査、距離計測、画像計測が行えるシステムを開発した。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) コンピューターにより完全制御されたVTR完全自動撮影によるオペレーションの簡易化がはかれた。
- (2) ビデオテープのタイムコードと電車の走行距離とを対応づけるデータの自動作成により、距離による検索を可能とした。
- (3) 各種補正処理、区間検索の手法の新規導入により、距離検索の精度をあげ所期の画像の検索を容易にした。
- (4) コンピュータからの目的画像の距離による自動検索を可能とし、簡易データベース機能をもたせ、検索画像に付加情報を登録可能とした。
- (6) 検索画像間の区間計測、検索画像内の画像計測を可能とした。

参 考 文 献

- 1) 菊川 健：「キー画面検索による動画像の検索」，情報の科学と技術，43(1993)7，622-627
- 2) 田村秀行：「コンピューター画像処理入門」，(1985)，[総研出版]
- 3) 増永良文：「リレーショナルデータベース入門」，(1991)，[サイエンス社]
- 4) 増永良文：「オブジェクト指向データベースの動向」，*Computer Today*, Sept. (1991) No.45, 51-57