

GPS列車接近警報システム用作業員端末アプリ

Software for Worker Equipment on Train Approach Warning System

五十嵐 裕 明 山 田 哲 志
Hiroaki Igarashi Tetsushi Yamada

要 旨

鉄道では、車輪による左右レールの短絡を利用して列車の在線位置を検知する「軌道回路」という技術が古くから利用されてきた。軌道回路のある線区では列車検知の情報を活用して保守作業の作業員に列車接近を警報する仕組みが導入され、安全性の向上が図られている。

ところが、駅と駅の間には「軌道回路」のない線区では、車両位置の検知が大まかにしかできなかったため、保守作業の作業員に列車接近を警報する仕組みに限られ、安全性の向上が課題となっていた。この課題に対し、GPS列車接近警報システム⁽¹⁾は、列車と作業員の位置を夫々GPSで検知し、専用サーバに情報を集約して、各作業員端末に近傍の列車情報を的確に通知することで、作業員に列車接近を警報し、より安全な作業環境を提供する。本レポートでは、GPS列車接近警報システム用に開発した作業員端末のアプリケーションの機能やその特長について解説する。

Abstract

A technique called "Track Circuit" which detects the train position existing on a railway by using a rail short circuit with wheels between the left and right rails has been used for a long time in railway. In a section with a track circuit, since a mechanism for warning train approach to workers under maintenance by utilizing information on train detection has been introduced, safety is being improved. However, in the section which does not have a "Track Circuit" between the stations, since the detection of the train position could only be roughly performed, the mechanism for warning the train approach to workers under maintenance was limited, therefore improvement of safety was a problem. In response to this problem, the GPS Train Approach Warning System which collects position information of trains and workers detected by GPS respectively in dedicated servers and accurately notify each worker terminal of the nearby train information will provide a safer work environment by warning to the workers about the train approach. This report will explain the functions and features of the application of the worker terminal which has been developed for the GPS Train Approach Warning System.

1. まえがき

東日本旅客鉄道株式会社では、鉄道沿線での保守作業の際、列車の接近を作業員に通知し安全の確保を支援するための装置としてTC型列車接近警報装置（以下TC列警）を使用している。ところが、TC列警は軌道回路の単位で列車の位置を把握するシステムであり、駅と駅の間には軌道回路が無いローカル線（図1）では「駅と駅の間」の様に大まかな列車位置しか判らないため作業員に列車接近を警報する仕組みが構築できなかった。この課題を解決するため、当社がジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社殿のプロジェクトに参加して開発したのがGPS列車接近警報装置（以下GPS列警）である。GPS列警は、地上設備の追加無しに列車在線位置を把握し、最接近車両の位置を随時、定量的に表示して、接近状態に応じた2種類の警報を作業員に対して発することができる。更に、対象車両の通過後は直ぐに警報が停止するので、無駄な警報時間を最小限にまで削減して警報の信頼性を向上させることが可能となった。当社では、このGPS列警システムにおいて、サーバの一部と作業員端末のアプリケーションの開発を担当したので、本稿では、作業員端末のアプリケーションについて報告する。

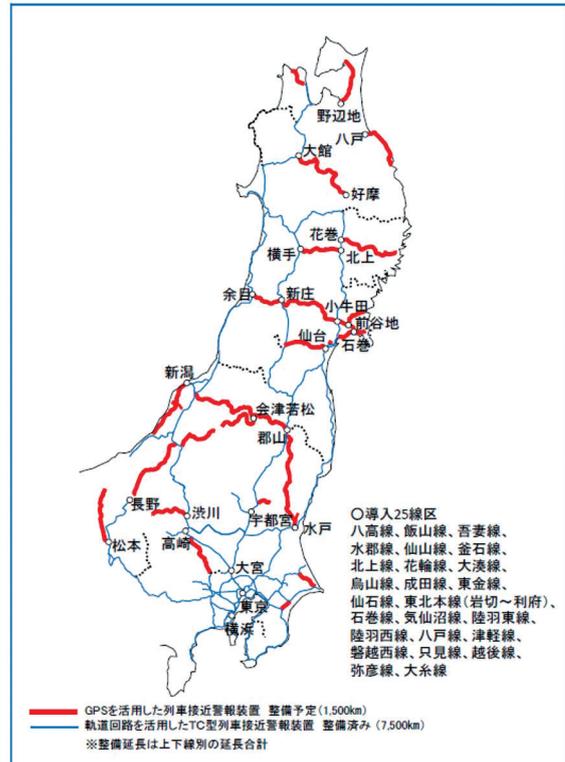


図1 GPS列警の導入が予定されている路線 (JR東日本プレスリリースによる)

Fig.1 Effective Line for this System

2. システム概要

まず、GPS列警の仕組みを簡単に述べる。

GPS列警は、GPS車載装置、専用サーバ、作業員端末から構成される(図2)。

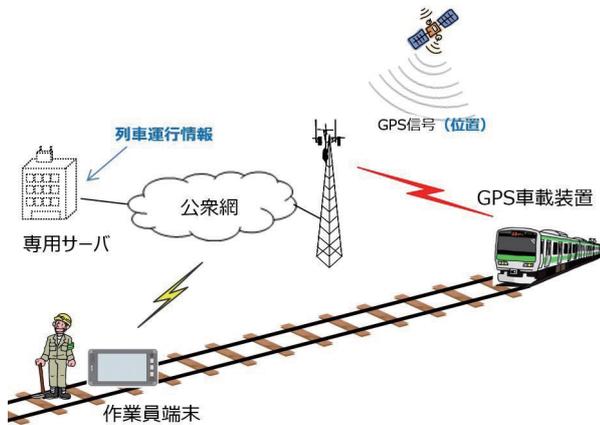


図2 GPS列警の構成
Fig.2 System Structure

GPS車載装置と作業員端末は夫々の位置をGPSで測位して専用サーバに送信する。一方、既存設備からTID(運行情報表示装置)情報も専用サーバに送信される。TID情報とGPS情報の一致を確認することで車載装置を搭載していない車両が走行した場合に異常を検出できる仕組みとなっている。

専用サーバは、TID、CTCから得られる列車運行情報(在線位置など)と、GPS車載装置より取得した列車の位置情報から、各作業員端末近傍の列車を抽出し、公衆網を通じて列車接近情報を作業員端末に送信する。作業員端末は、列車位置と作業員の距離を算出し、離隔距離と警報状態の表示を行うほか、音声とバイブレーションも併用して作業員に警報を伝達する。

3. 作業員端末の機能

作業員端末は以下のような機能を有する。

3.1 音声制御機能

状態に応じた音声を再生する。複数の音声再生条件が重なった場合は、最も優先度の高い音声のみを再生する。

3.2 バイブレーション機能

音声に応じたパターンで作業員端末をバイブレーションさせる。

3.3 電源管理機能

作業員端末の電源状態を管理する。バッテリー残量が低下した場合は、作業員に注意を促す。

3.4 位置管理機能

作業員端末の内蔵GPS受信機から現在位置情報(緯度・経度)を取得し、列車位置と比較するため、作業員位置を線

路キロ程に変換する。

3.5 自装置情報管理機能

位置管理機能で取得した自装置の位置情報を管理する。

3.6 車両情報管理機能

専用サーバから受信した列車位置を管理し、情報更新時に、自装置位置の通過通知を行う。

3.7 警報判定機能

自装置位置情報及び列車位置をもとに警報判定する。詳細は4.3章にて後述する。

3.8 故障情報管理機能

システム故障の発生状況を管理する。複数の故障が同時発生した場合は、最も優先度の高い故障を作業員に通知する。

4. 作業員端末の特長

次に、作業員端末としての特長を説明する。

4.1 起動診断

作業員端末を起動すると以下の状態を判定/表示し、判定結果に一項目でも異常があった場合はその旨をメッセージ表示し、正常になるまで装置起動画面に留まることで、不完全な状態での作業員端末運用の回避を図っている。

- ・作業員端末のデータファイル状態
- ・バッテリー状態
- ・GPS機能状態
- ・携帯電話網通信状態

4.2 対象線区を選択

作業員端末は、運用可能な支社・線区の中で作業位置から最も近いものを運用対象として「選択中の運用線区」欄に表示する。或いは支社リストの支社一覧と線区リストの線区一覧から運用線区を選択することもできる。複数の線区が接近している場所では、作業員が運用線区を選択できるよう、線区選択画面を表示することで、簡便かつ確実に作業条件が設定できる。

4.3 警報判定

作業員端末は、自装置情報管理機能及び車両情報管理機能の情報を用いて以下のように警報判定を行う。

(1) 列車接近警報鳴動

作業員端末では列車が接近している場合、作業員に危険を知らせるため適切な離隔距離から接近警報を鳴動する。また列車が通過した場合、適切な距離において接近警報鳴動を停止する。

車載装置を搭載した列車が作業位置に接近した場合の警報動作は次の通りである(図3)。

・接近注意報

列車が作業員端末に対して接近する方向で移動し、距離3000m以内に近づくと注意報を開始する。

・接近警報

列車が作業員端末に対して接近する方向で移動し、距離1500m以内に近づくと警報を開始する。

列車が注意報域(3000m~1500m)に進入した場合、接近方向の車両情報表示窓(図4の上部)と車両アイコンを「黄色」にする。

また、音声アナウンスは以下とする。

「上り注意」(上り列車接近時)

「下り注意」(下り列車接近時)

列車が接近警報域(1500m~-100m)に進入した場合、接近方向の車両情報表示窓と車両アイコンを「赤色」にする。

また、音声アナウンスは以下とする。

「上り接近」(上り列車接近時)

「下り接近」(下り列車接近時)

(2) 列車通過通知

作業位置付近に在線する列車が、作業位置から通過後100m以上離れると警報は停止する。

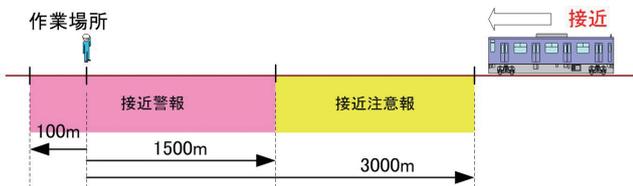


図3 警報動作

Fig.3 Warning Configurations

4.4 運用画面表示

作業員端末には、画面サイズに制約のある市販のスマートフォンを利用するため、簡素で判り易い表示を行っている。

図4に運用画面の表示例を示す。

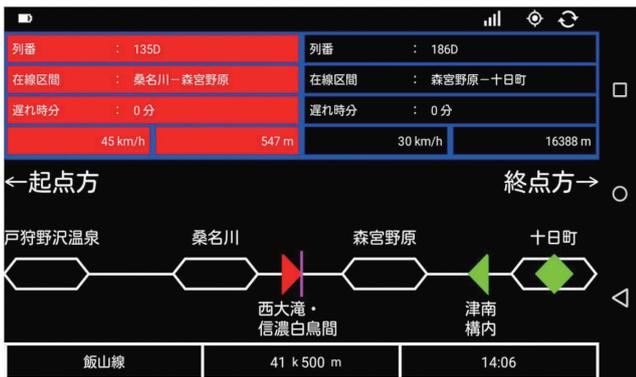


図4 運用画面の表示例

Fig.4 Information Screen

4.4.1 車両情報

画面上部には、最接近している列車の情報を表示する列車情報表示窓を配置し、この領域には左側に起点方列車、右側に終点方列車の情報を表示する。図5に車両情報表示窓の表示内容を示す。



図5 列車情報表示窓

Fig.5 Train Information

この領域には、以下の列車情報を表示する。

①列番

頭冠記号、列車番号(数値)、列車番号(記号)を結合した文字列。

②在線区間

列車の在線区間。

③遅れ時分

列車の遅れ時分。

④列車速度

5km/h単位毎の列車速度。

⑤列車との距離

作業員端末の現在位置と列車との離隔距離(線路キロ程)。

接近警報・注意報の状態に応じて背景・文字の表示色を切り替える。

4.4.2 グラフィック

画面下部には、表1・表2のような表示シンボルを用いたグラフィック表示を行う。

表1 車両アイコンの色

Table 1 Information Color

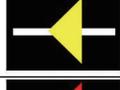
接近距離	車両アイコン色
3000m <	 緑色
3000m ≥ 1500m <	 黄色
1500m ≥ -100m ≥	 赤色

表2 車両アイコンの形状
Table 2 Type of Train Character

進行方向	速度	車両	アイコン
上り方	移動中 (18km/h超)	実列車	
		仮想列車	
	停止中 (18km/h以下)	実列車	
		仮想列車	
下り方	移動中 (18km/h超)	実列車	
		仮想列車	
	停止中 (18km/h以下)	実列車	
		仮想列車	
不明	移動中 (18km/h超)	実列車	
		仮想列車	
	停止中 (18km/h以下)	実列車	
		仮想列車	

※仮想列車：トンネル通過中でGPSが受信できない列車
 (進行方向)不明：列警システムから進行方向情報が得られない列車

・拡大表示

作業位置(中央の縦線)を中心に±3200m範囲(注意報範囲+200m)の列車(車両), 駅, トンネルを, 線路キロ程のスケールに合わせて表示する(図6)。

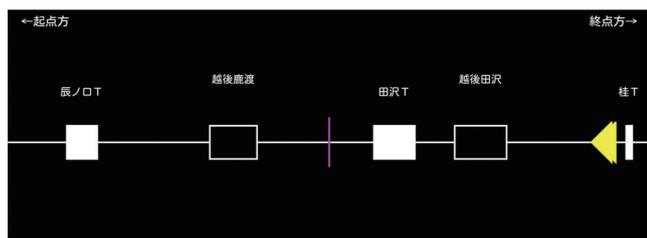


図6 拡大グラフィック表示
Fig.6 Expansion Mode

・広域表示

作業位置(中央の縦線)を中心に3区間分の駅, 駅中間, 車両を表示する。車両アイコンはTID情報の窓番号に連動した位置に表示する(図7)。

駅中間通過中は, 車両アイコン下に現在通過区間を表示する。

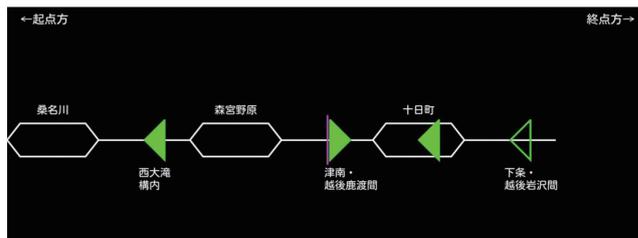


図7 広域グラフィック表示
Fig.7 Wide Mode

4.5 音声

接近警報音の聞き漏らし防止のため, 作業員端末の操作では音量変更ができないほか, 騒々しい現場でも聞き易いように, ダイナミックレンジを圧縮し, 平均音量が大きくなる工夫を行った。

※作業員端末は, 運用元のジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社殿によって, 通信事業者の遠隔アップデートサービスでバージョン管理され, 他のアプリケーションのインストールをロックした専用端末として運用されている。

5. あとがき

GPSを列車と作業員の位置の把握に利用した, 列車接近警報システムについて紹介した。このGPS列警システムは, 2015年から東日本旅客鉄道株式会社殿の対象線区に順次導入され, 全25線区に整備を予定している。東日本旅客鉄道株式会社殿及び関係する各社のユーザからは以下のような感想が寄せられ, 作業の安全性向上に寄与しているものと考えられる。

ご利用者の感想(抜粋):

- ・列車番号, 列車位置, 速度, 遅れ時間などが定量的に表示されるので判り易い
- ・列車の接近情報が画面で確認できるので, 安全な工事管理ができる。
- ・接近距離に応じた2段階で警報を発するので判り易い
- ・ダイヤが乱れた際, 大幅遅れの列車も表示され, 安心感がある
- ・列車通過後, 直ぐに警報停止するのが良い

参考文献

- (1) 交通新聞
2015年9月7日(第20417号)

用語一覧
GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)
軌道回路: 車輪によるレールの短絡で車両位置を検知する仕組み
TC型列車接近警報装置: 軌道回路を用いて列車位置を検出する列車接近警報装置
TID: Train Information Display (運行情報表示装置) 車両の運行情報を表示するシステム
CTC: Centralized Traffic Control (列車集中制御装置) 特定の駅に設けた列車制御所, または運転指令所が各駅での列車発着を指示する信号, ポイント切り換え, 列車位置表示などをまとめ, 線区の列車運行を集中管理・制御するシステム