

鉄道を取り巻く社会・技術の動向調査 - IoTによるメンテナンスの省力化 -

Application of IoT for Work-Saving Maintenance

概要

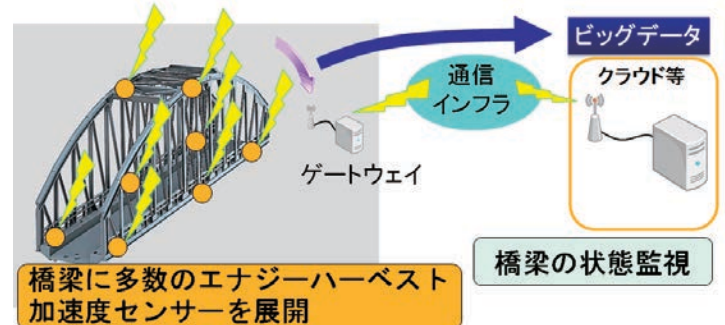
様々な機器がインターネットに接続するIoT (Internet of Things) が急速に普及しており、今後の鉄道ではIoT機器を高度に活用した設備のモニタリングにより、メンテナンス業務の省力化が実現すると考えられます。そのカギとなる要素技術である「エネルギーハーベスト技術」や「サイバーセキュリティ」について概説します。

■ エネルギーハーベスト技術

多数のセンサーを展開するとバッテリーの交換が大きな手間となります。そこで、太陽光や照明光、振動、熱、水流等からエネルギーを採取するエネルギーハーベスト技術を利用することで、労力を低減することができます。併せて、省電力な半導体素子の研究開発も進んでいます。

■ サイバーセキュリティ

不特定多数の様々なセンサーがインターネットに接続するため、セキュリティの確保は大きな課題です。そのポイントとなる要素技術は「①IoT機器の識別技術」と「②ネットワークの状態監視・制御技術」です。①ではPUF (Physical Unclonable Function) と呼ばれる技術について、高機能で汎用性が高い新しいPUFの開発が進んでいます。②ではダイナミックに変化するIoT機器の接続状況を正しく監視するためにAI (人工知能) が活用されています。



IoTセンサーによる設備の状態監視 (イメージ)

エネルギーハーベスト技術とセンサーデバイス

位置エネルギー	小型水力発電の商品化が進んでいます。河川の増水等を検出するセンサーの電源等に用いられています。
光エネルギー	太陽電池は小型で安定的な電源供給が可能のため、設置の自由度が高く、既に様々なセンサーデバイスとの組み合わせで商品化が進んでいます。
運動エネルギー	小型の振動発電素子が商品化されており、自動車が走行する際の橋梁の振動で発電し、橋をライトアップした例があります。また、更なる小型化に向けた素子の研究もおこなわれています。

サイバーセキュリティの要素技術の例

IoT機器の識別技術	PUFは製造上で生じる何らかの微差に基づいて、物理複製不可能なセキュリティチップを開発する技術で、これにより機器の真正性を確認できます。近年では、電気抵抗のばらつきや有機デバイス特有の素子間のばらつき等を活用した、高機能で汎用性が高い新しいPUF技術の研究開発が進んでいます。
ネットワークの状態監視・制御技術	ネットワークの正常状態をAI (人工知能) を用いて正しく認識し、リアルタイムに監視される状態との差異により、素早く攻撃を検知してネットワークから遮断するサイバーセキュリティサービスの普及が進みつつあります。

鉄道を取り巻く社会・技術の動向調査

- 鉄道と自動運転技術 -

Application of Driverless Train Technology

概要

運転動作不要で車両を走行させる自動運転技術、および運転手不在で走行できる無人運転技術に着目し、鉄道における今後の展望について報告します。

■ 鉄道の無人運転に必要な機能

鉄道の無人運転では、施設や車両の構造により、安全な運転に支障がないようにする必要があります。現行の国内法規と解釈基準によって、高架橋・トンネルもしくは駅でのホームドアを設けて運行されています。

国際規格 IEC62267 では、列車運転の基本機能を整理し、自動運転や無人運転をシステムが実現するためのハザード分析の方法が示されています。事業者がリスク分析を行い、行政当局によって採用が設定されます。

■ 鉄道の自動運転の実例

鉄道の無人運転は、現在国内では8路線で実施されており、最も古い路線は1981年に開業しています。

運転士が乗務して運行される自動運転（ATO）は、国内で1960年から1年半にわたってテストされた記録があります。現在は14の事業者により実施されており、最も古い路線は1976年に開業しています。

海外で運行されている無人運転の鉄道は、日本の新交通システムと、北米・欧州のシステムが主流です。

鉄道の無人運転に関連する法規

列車には、動力車を操縦する係員を乗務させなければならない。ただし、施設および車両の構造等により、当該係員を乗務させなくても列車の安全な運転に支障がない場合は、この限りではない。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令第2章第11条第1項

普通鉄道の無人運転に求められる機能

解釈基準	対策例
容易に線路内に立ち入れない構造	ホームドア
落石などのおそれがない	地下構造
隣接線の防護を必要としない	分離帯
緊急時に旅客が避難しやすい	避難経路
旅客の乗り降りの安全確認ができる	カメラ
列車速度の制御ができる	☆
目標の位置に停止できる	☆
ブレーキ作動時に自動運転を解除	☆
運転指令から列車停止	☆

☆ 新交通システムで実用化済みの自動運転機能

国内における鉄道の無人運転・自動運転

無人運転（8路線）

神戸新交通ポートアイランド線* 六甲アイランド線
 大阪市南港ポートタウン線 ゆりかもめ
 横浜新都市交通金沢シーサイドライン
 東京都日暮里・舎人ライナー
 舞浜リゾートライン 愛知高速交通リニモ

運転士乗務の自動運転（14事業者）

札幌市*(3) 仙台市(2) 東京メトロ(5) 東京都(2)
 横浜市(2) 名古屋市(2) 京都市(1)
 Osaka Metro(2) 神戸市(2) 福岡市(3)
 首都圏新都市鉄道(1) 埼玉高速鉄道(1)
 北神急行電鉄(1) 多摩都市モノレール(1)

()内は路線数 *最も古い路線

☆ 2018年6月現在