



情報・信号通信 ATO-Cargoプロジェクト:高度に自動化された鉄道運転における遠隔手動制御などの縮退レベルの操作方法

ATO-Cargo: Betriebsverfahren für die Rückfallebenen des hochautomatisierten Bahnbetriebes

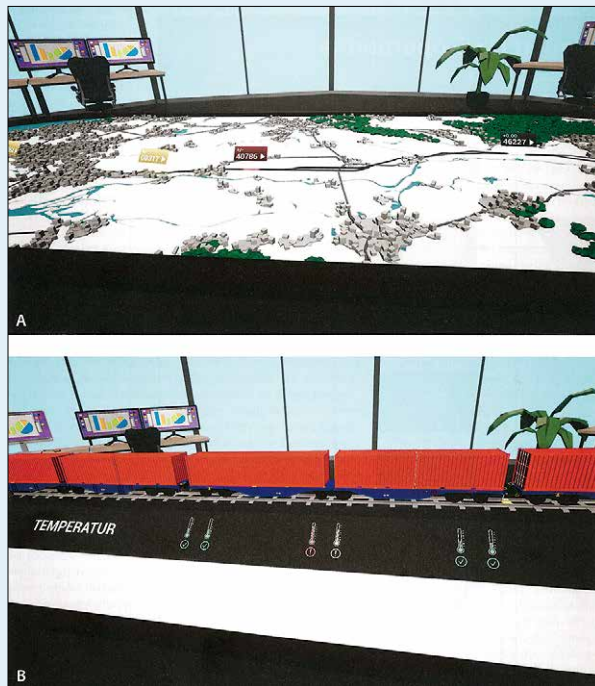
Stefanie Schöne : Institut für Verkehrssystemtechnik, ドイツ / 他
SIGNAL+DRAHT Vol.115 No.10 (2023-10) pp.18-25 独語 / 英語

ATO-Cargo プロジェクト (貨物列車の自動運転技術) は貨物列車の全自動運転をテストしており、特にリモート監視制御センター (RSC: Remote Supervision and Control Centre) からの手動列車制御などの縮退運用が期待されている。これには例えば遠隔列車運転 (RTO: Remote Train Operation) が含まれている。このプロジェクトではドイツ航空宇宙センター (DLR: Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) が運転操作の設計を行い、実現可能性を実際の動作条件下でテストする際の対象に遠隔監視制御装置も含まれている。引き続き、RSC オペレーターの作業のヒューマンファクター分析が行われる予定であり、RSC オペレーターの新しい役割に対する実行能力が特定される予定である。

本プロジェクトの目的は鉄道貨物輸送における自動運転の使用により、エネルギー消費を削減しながら線路容量の有効活用を実現することである。ひいては鉄道貨物輸送における品質を向上させ、遠隔制御による完全に自動化された貨物列車に向けた一歩を踏み出すことを目指している。

遠隔監視制御センターのVR実演装置：(上) ダイナミックマップを備えた監視デスクで、高精度三次元地図に列車情報、滞在地および運転状況が含まれている。(下) 監視デスクの詳細で、貨物列車情報や例えば車軸故障などの運転関連パラメーターの表示。

《出典 SIGNAL+DRAHT》



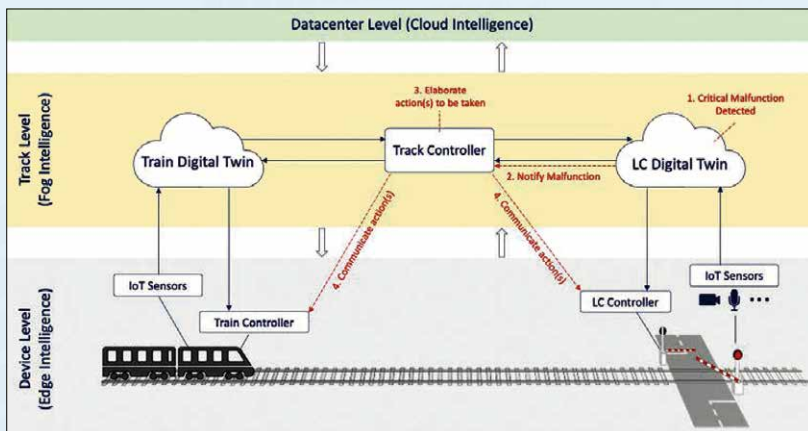
情報・信号通信 AIの鉄道分野への適用

Integrating AI into the rail sector

Francesco Flammini : Mälardalen University, スウェーデン / 他
Railway Gazette International Vol.179 No.11 (2023-11) pp.46-48 英語

EUの資金により2019年にスタートした、AIの鉄道事業への適用についての調査研究プロジェクトRAILSが2023年6月に終了した。AIの適用により、鉄道事業を変革できる可能性があることがわかった。研究はイタリア、イギリス、オランダ、スウェーデンの4か国のメンバーにより行われた。

「インテリジェントメンテナンス」ではAIによる予知保全の高度化により、計画外のダウンタイムを大幅に削減し、コスト削減と資産パフォーマンスの向上につなげることができる。「インテリジェント列車制御」では、AIによる線路、インフラ、車両のリアルタイム監視と異常検知により、即座にアラートを提供することができる。高度な監視機能は、自律走行列車の開発に貢献する可能性がある。「オペレーションの最適化」では、AIを活用した最適化アルゴリズムの統合によるインテリジェントな運用計画により、定時性の確保、混雑の緩和、リソース割り当ての改善ができる。



踏切での「重大故障発生時の自己防護メカニズム」のためのAIを基盤とした動作原理

《出典 Railway Gazette International》

RAILS プロジェクトの研究成果は将来の鉄道分野におけるAIの適用の前進に大きく貢献すると研究チームは考えている。鉄道分野にAI技術を取り込むことで、鉄道事業者は運用効率を大幅に向上させ、メンテナンスコストを削減し、最終的に乗客へのサービスレベルを向上させることができるようになることを期待されている。

車両 急がれるイノベーション

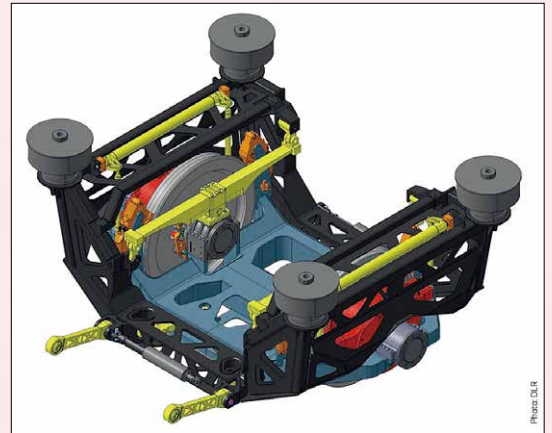
Innovation must come faster

Reinhard Christeller : Railway Gazette International

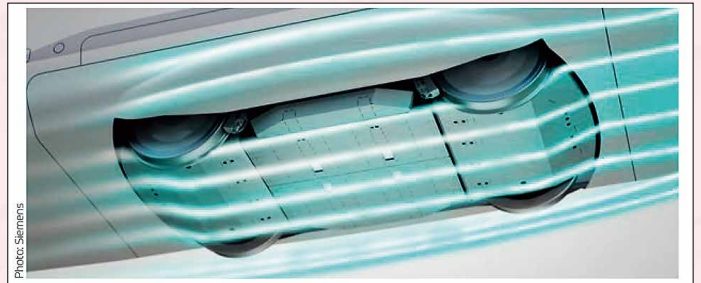
Railway Gazette International Vol.179 No.11 (2023-11) pp.40-41 英語

2023年9月にグラーツで開催された第48回現代鉄道車両会議における中心議題として、鉄道の環境適合性のさらなる向上に向けて技術革新を加速すべきことが議論された。温室効果ガスの低減に向けて鉄道輸送に対する需要は高まっており、ストレスのかかるインフラの状態を良好に保つため、列車と線路の相互作用の分野における技術革新が急務とされる。この分野におけるトピックとして、軌道とレールの性能および寿命の改善、車両のけん引性能とブレーキ性能、車輪とレールの接触問題などが含まれる。具体的な提案として、より良い車輪とレールの接触状態と摩耗の低減を実現するための画期的な独立車輪システム、台車部分の空力特性を改善することを目的にICE3neoに採用された木製の台車用風防フェアリング（空気抵抗を減らす覆い）が紹介されている。独立車輪システムはドイツの航空・宇宙研究機関、航空宇宙センター（DLR）が開発しているもので、左右個別に駆動・制動力が制御される独立車輪で、低摩耗、低騒音レベルの実現を目指している。シーメンス社がドイツ鉄道（DB）に納入した台車用風防フェアリングは、高速時の走行抵抗の25%を占める台車部分の空力特性を改善し、騒音を低減することを目的としたもので、防火性能に優れ、安価で軽量の木製合板を用いたエコデザインとなっている。

鉄道輸送に対する需要の高まりにより、線路保守の必要性が非常に高まる一方、より多くの列車が長時間運行することで線路保守に使用できる時間が減少するというジレンマの解決策として、線路保守作業量を減らすため、車輪とレールの接触特性の改善などが提案されている。DLRが開発している独立車輪台車はモックアップが作成され、2024年のテストに向けてプロトタイプが製造中である。



ドイツ航空宇宙センターが開発したデジタル制御の新世代独立車輪台車
《出典 Railway Gazette International》



シーメンスがDBに納入したICE3neo車両の下部に取り付けられた風防フェアリングは層流を形成し、空力抵抗と騒音を低減する。《出典 Railway Gazette International》

軌道・構造物 スラブ軌道用敷設ロボット

Der Gleisbauroboter für die Feste Fahrbahn

Ulrich Völter : intermetric 社、ドイツ/他

Der Eisenbahningenieur Vol.74 No.11 (2023-11) pp.12-17 独語

スラブ軌道の敷設は高度な技術を必要とするほか作業体制も大掛かりなものとなる。その敷設に際しては、①軌きょう組み立て、②軌きょうつり上げ、③軌道位置粗整正、④軌道位置微細整正、⑤コンクリート打設の5ステップで工事が行われる。これらは従来ほとんど自動化されておらず、労働集約的かつ高度な熟練作業を必要としていた。作業員確保上の制約から①および②の工程で経験の浅い作業員が担当する場合も多く、その後の軌道の仕上がりに悪影響を及ぼし、その修正には多くの労力を必要とされていた。スラブ軌道ではコンクリート打設後には軌道位置が固定されるため、その後の調整はレール締結部で行うほかなく、調整可能量が限られるため敷設時に高精度で位置調整を行う必要がある。Rhombert Sersa Rail Group (RSRG) と intermetric 社 (intermetric) が共同で開発した RhoMAT (Rhombert Automat mit intermetricTrack Lifter 2. Generation.) は②と③を自動で高精度に行うことが可能な機械で、2名の作業員で軌きょうを2mmの精度で整正可能である。これにより、最終的なスラブ軌道位置の微細調整まで再現性が高くスムーズな作業が可能となり、大幅な作業量の低減が可能となった。路面電車のような低速な線路では④の軌道位置の微細調整まで受け持つことができ、1作業当たりの作業延長は一般的に200m、熟練者では300mも可能である。



工事中の RhoMAT

《出典 Der Eisenbahningenieur》

労働集約的かつ高度な熟練作業を必要としていたスラブ軌道敷設工事の工程の一部をロボットにより自動化と高精度化を実現し、省力化・省人化を実現した事例である。装置の重量は8トンで折りたたむことができ、標準的なプラットフォームを使用しての輸送が可能で、可搬性にも優れている。

軌道・構造物 トンネルにおける軌道表面の効率的な乾式吸引清掃

Effiziente Gleisbett-trockenreinigung in Tunnelanlagen

Korbinian Koch ; Robel Bahnbaumaschinen 社, ドイツ / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.74 No.10 (2023-10) pp.22-27 独語

線路上の廃棄物や汚れは美観・衛生上の問題にとどまらず、車両や地上設備の損傷、運行障害の原因となる。その除去はいわゆる 3K 作業に属し、多くの時間と労力を要する。一方で輸送頻度の上昇にもなって作業間合いの確保が困難となりつつあり、従来の機械では増大する需要への対応が困難となっている。このことから特に都市鉄道では線路上の定期的な異物除去は大きな課題の一つとなっている。2022 年に InnoTrans で Robel 社から発表され、2023 年夏にウイーン地下鉄に導入された新たな半自動の清掃機はその解決策を提供するものである。この機械は自走装置を持たない 4 軸貨車の中央に全自動の自動吸引ユニット、両端部に手動の吸引ホースが設置されていて、自動吸引ユニットは清掃作業時最大 2300mm の幅をカバーし、さらに広範囲の吸引が必要な場合は両端の手動吸引ホースで対応する。吸引用動力はディーゼル発電機による電動式で自動吸引ユニットの吸引力は廃棄物などを完全に吸引しつつ道床バラストが吸い込まれないように制御される。自動機械作業では 2 名、手動吸引ホースの作業では監督員を含めさらに 2 名の作業員で対応する。吸引作業の状況はビデオカメラによりモニターされる。推奨作業速度は 5km/h で手動吸引ホース使用時は 2km/h、移動時の最高速度は 40km/h となる。都市トンネルでの実績では従来の手作業より作業速度が速くなり、仕上がりが状態ははるかに良好であった。



自動吸引ユニットと吸引ホースによる手動清掃を組み合わせた半自動清掃装置
《出典 Der Eisenbahningenieur》

線路、特に地下鉄の駅やトンネルでは、舞い上がる粉塵の量が多く、定期的な除去が要請されている。軌道表面の異物除去作業における省力化や省人化はもちろん、異物が引き起こす作業員の転倒の危険の回避や火災事故の防止といった安全面の向上も実現している。また、作業速度の向上により、都市鉄道のような輸送頻度が高く、作業間合いの短い路線でも効率的な作業が可能となる効果が期待されている。



走行中、吸引バーのノズルが進行方向に移動して表面全体をカバーし、吸引システムの空気流により汚れを吸引する。
《出典 Der Eisenbahningenieur》

電力 機械学習を適用した架線検査

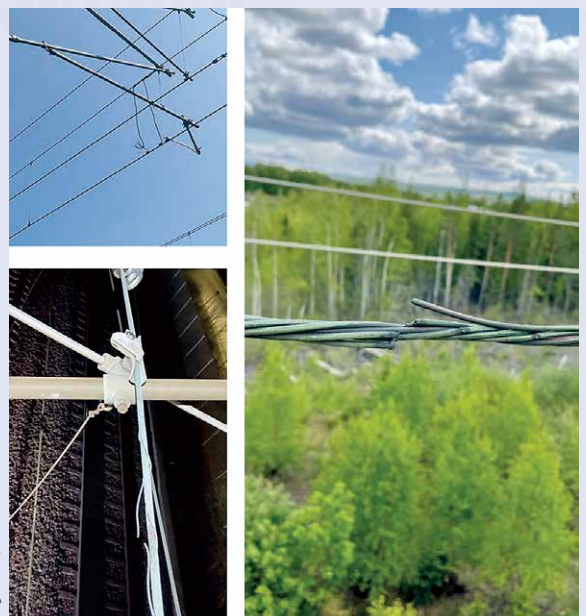
Using machine learning to inspect overhead wires

Oscar Johansson ; NextML 社, スウェーデン
Railway Gazette International Vol.179 No.12 (2023-12) pp.22-23 英語

スウェーデン鉄道のインフラを管理する Trafikverket 社とメンテナンスを行う Infranord 社は、NextML 社が開発した機械学習技術を使用して全土の架線の状態を監視している。時速 180km で走行する検測車の屋根に取り付けられたカメラから毎秒 1000 枚の画像が撮影される。画像解析の結果、危険な状態と判断されると Trafikverket 社に報告され、スタッフが数時間以内に現地に出向いて調査する。軽微な損傷と判断された場合も Trafikverket 社に報告され、現地調査の時期が判断される。過去 18 か月に緊急対応が必要な状況を数回発見した。損傷の見落としは撮影、分析された 20 億枚の画像のうち 1 枚だった。逆に、存在しない問題を報告する誤検知は約 10% の割合で発生した。

まくらぎの亀裂の検出やレール締結装置の欠落・損傷の発見、レール頭頂部の欠陥の特定用に導入されていた画像解析技術を架線設備の検査に応用した事例である。将来の開発として、ドローン画像など、追加の画像タイプを解析できるように解析アルゴリズムを拡張することが報告されている。

NextML 社によると、2022 年初頭にスウェーデンの架線の状態を記録し始めて以来、20 億枚以上の画像を撮影して分析したという。
《出典 Railway Gazette International》

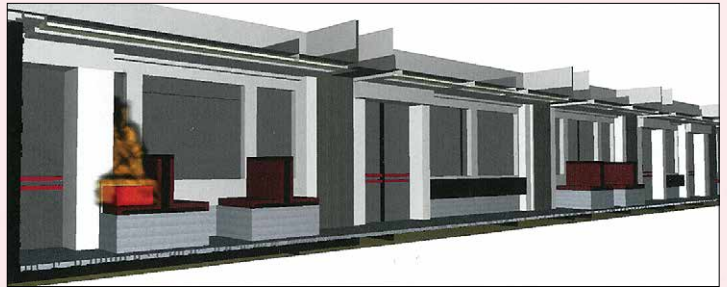


車両 鉄道車両の火災をシミュレーションする新しいアプローチ

Neue Ansätze zur Simulation von Bränden in Schienenfahrzeugen

Patrick Lauer ; TÜV SÜD Rail 社, ドイツ / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.74 No.10 (2023-10) pp.45-49 独語

通常、法規制により鉄道車両の構造や材料には高い安全性が設定されているため、車両内で火災が発生することはまれである。このような状況下で防火（保護）目標、特に火災発生時に人の避難経路や避難時間が保証されているか否かを評価するには、車両の延焼を予測するための火災シミュレーションが役立つツールとなる。実際に火災を発生させてテストを実施する場合と比べた利点としては、コスト効率の向上、さまざまな火災シナリオを考慮できること、そして環境への悪影響が少ないことがあげられる。ここでは、車両の火災シミュレーションに関する最先端の技術を要約し、AIシステムを利活用した新しい開発目標と現在の研究についての展望を紹介する。



車両モデル構造における代表的シミュレーション例 (出典 : C. Trettin)

《出典 Der Eisenbahningenieur》

ドイツ連邦教育研究省 (BMBF) から資金提供を受けて2022年10月に開始された BESKID プロジェクトでは、限られた実験データに基づいて鉄道車両内で延焼シミュレーションを実行できる2つのAIシステムを開発することを目標としている。本記事で紹介されているアプローチは、大規模な実用化を可能にするために延焼計算を大幅に簡素化し、計算速度を高速化することを目的としている。



BESKID プロジェクトの一環としてのPMMA (アクリル樹脂) の中規模検証テスト (出典 : M. Osburg)

《出典 Der Eisenbahningenieur》

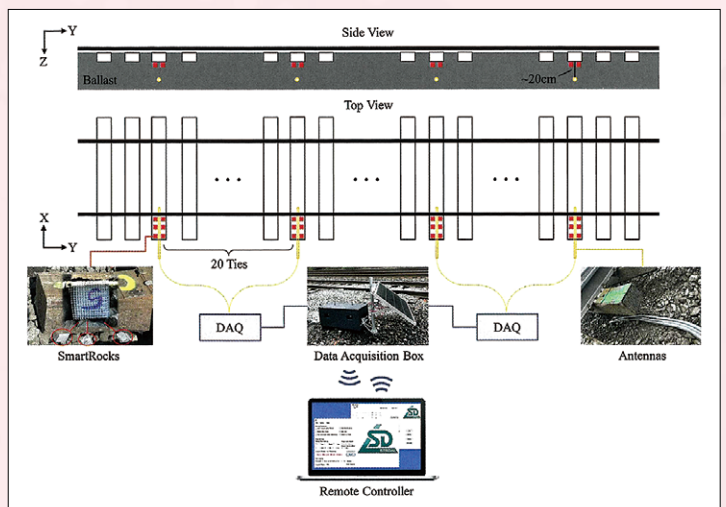
軌道・構造物 「スマートロック」と「スマートタンパー」の出会い/その1 バラストから見たタンピングの効果

Smart Rock trifft Smart Tamper | Teil 1: Stopfen aus Sicht des Schotters

Olja Barbir ; Plasser & Theurer 社, オーストリア / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.74 No.11 (2023-11) pp.6-10 独語

バラスト軌道では軌道の形状を良好に保ち、列車の安全運行を保証するためにタンピングが重要なメンテナンスプロセスとなる。タンピングを最適に行うことによりその後の軌道の沈下を最小限に抑え、頻繁な保守作業の必要性を低減して線路の使用効率を高めることができる。タンピングを最適化するためにはタンピングユニットとバラストとの相互作用およびタンピング後の軌道の安定性と耐久性の測定が重要な役割を果たす。バラストとタンピングユニットとの相互作用については、①タンピングプロセス全体およびタンピング前後の段階におけるバラストの挙動を監視する砂利石である「スマートロック」によって記録された計測データの分析、②タンピングツールとバラストとの相互作用を記録する計測システムを備えた「スマートタンパー」のデータと「スマートロック」のデータの比較の二つの観点から、プラーサー社とペンシルベニア州立大学による研究プロジェクトが進行している。本論文はバラスト中に埋設される「スマートロック」を使用したバラスト粒子レベルでのタンピングの影響調査に重点を置く。「スマートロック」はその内部に3次元加速度センサー、3軸ジャイロスコップ、3軸応力センサーなどを埋め込んだバラスト・ストーンで、道床バラスト中に挿入し、タンピングによるバラストの3次元的な動きやバラストにかかる圧力を測定するためのセンサーである。テストの結果、タンピングによるバラストの挙動やタンピング後のバラストの安定性に関するリアルタイムの情報が得られ、別途報告する「スマートタンパー」のデータとの比較によって最適なタンピングパラメーターを得ることが可能となった。

線路のメンテナンス戦略は国や地域で異なっており、米国ではタンピングの効率に重点が置かれているが、ヨーロッパでは施工品質に重点が置かれている。このような違いは線路のタンピングプロセスに影響を及ぼすこともあり、共同研究プロジェクトではバラストの種類、状態、負荷、作業方法などのさまざまな要素を考慮した調査が実施された。



テスト現場におけるデータ収集システムの設置状況

《出典 Der Eisenbahningenieur》