

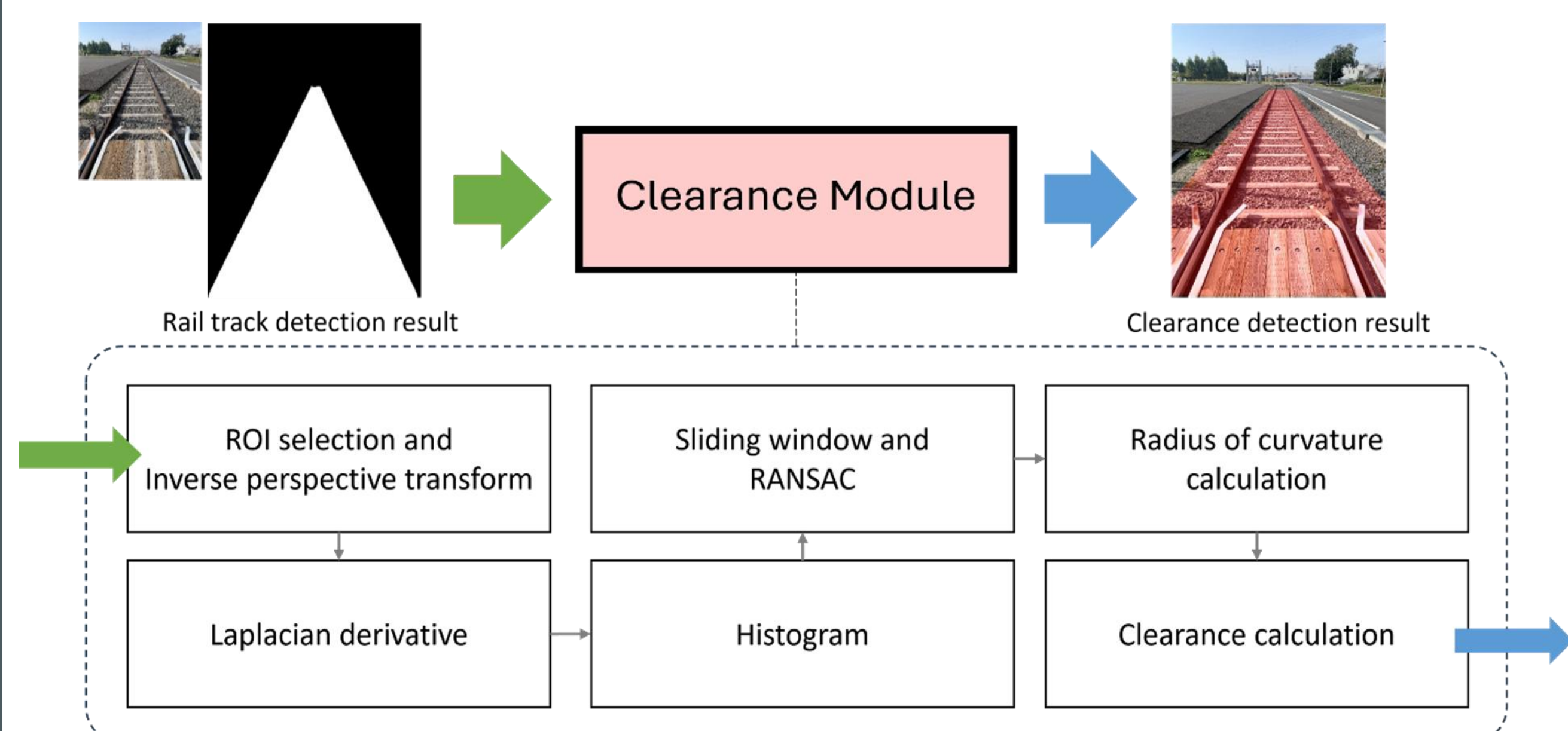
路面電車ドライバレス運用のための車両クリアランス判断のアルゴリズムに関する研究

Partner: Kyosan Electric Manufacturing Co., Ltd.

概要 Introduction

無人運転の路面電車サービスを社会に導入するためには、路面電車が周囲、特に前方の環境を把握する能力を備えることが不可欠です。これは、事故の防止と最高レベルの運行安全性の確保に直結します。本研究では、線路の中心から車両の両端までの距離を「車両クリアランス」として定義し、それを特定するアルゴリズムを提案します。クリアランスの正確な特定により、走行経路上の障害物の有無を判断することが可能となります。

提案するアルゴリズム Proposed algorithm

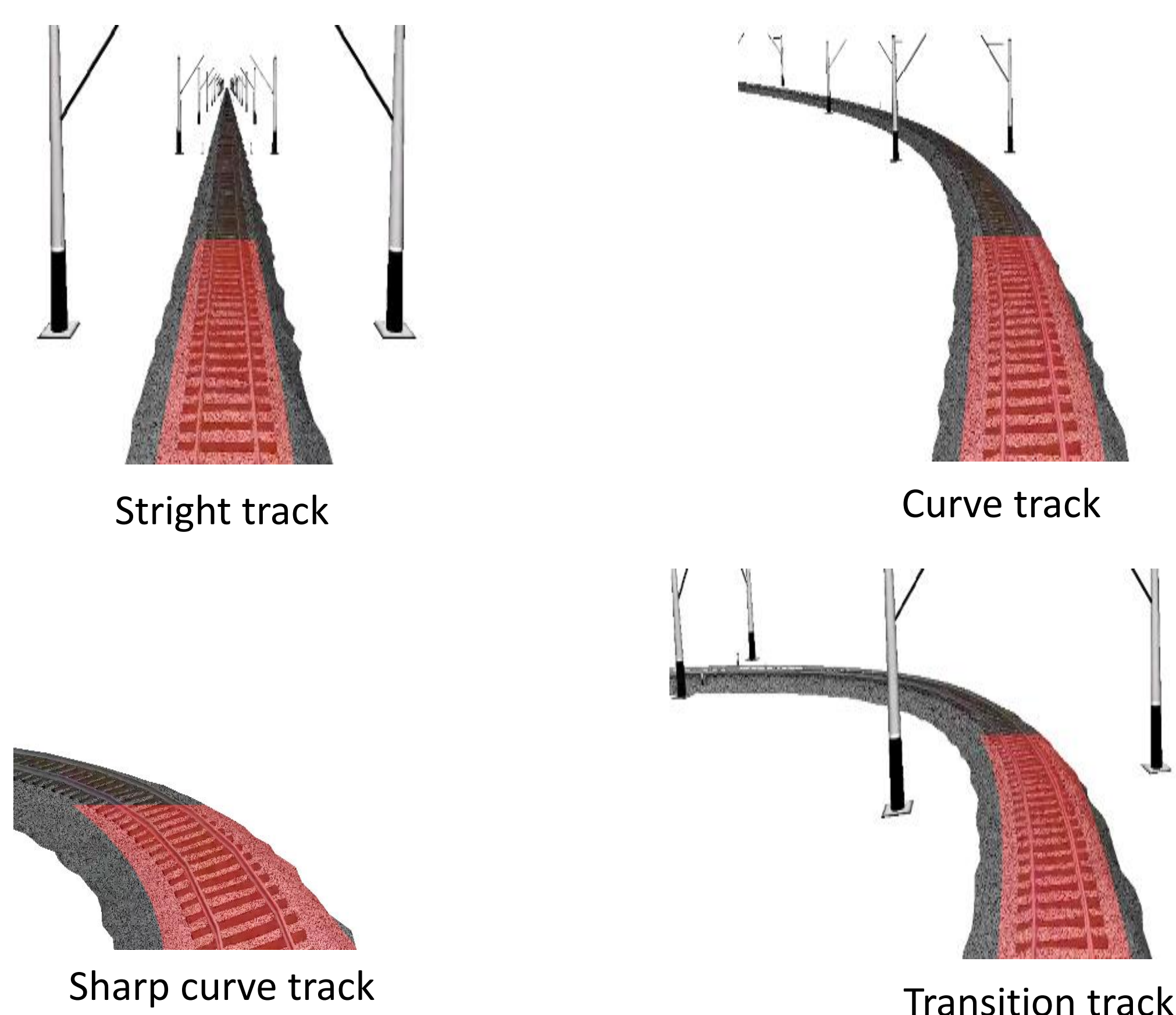


提案するクリアランス・アルゴリズムは、複数の従来の画像処理技術を順に適用することで設計されています。このアルゴリズムは、レール検出マスクを受け取り、それに基づいて路面電車のクリアランスを検出します。

パフォーマンス評価方法と結果

Performance Evaluation Method and Results

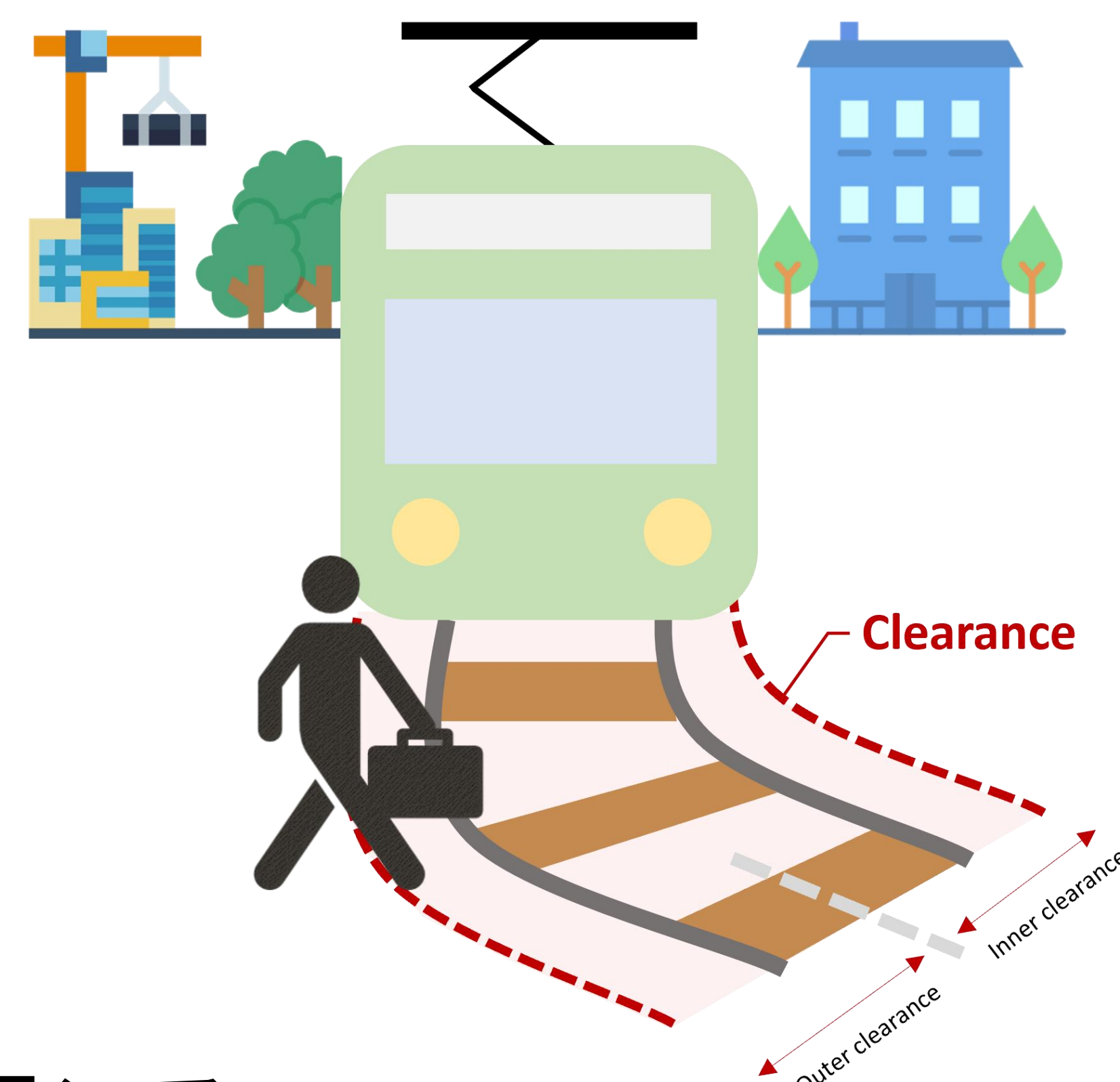
アルゴリズムの性能はシミュレーションを用いて検証されます。さまざまな線路形状に対する信頼性を確保するため、評価は直線区間、曲線区間、急曲線区間、および遷移区間の4種類の線路を対象としています。アルゴリズムの精度評価には、Intersection over Union (IoU) 指標が用いられます。



Publications

S. Hovanotayan, K. Nakano, 2024, Tram Driving Path Identification Systems for Driverless Tram Operations, Proceedings of the 6th International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance (Railways 2024), 1-5 September, Prague, Republic of Czech.

S. Hovanotayan, K. Nakano, T. Takata, H. Nagasawa, 2024, Algorithm for Detecting Vehicle Clearance for Driverless Tram Operation, The 22nd ITS Symposium, 13-14 December, Kumamoto, Japan.



クリアランス clearance

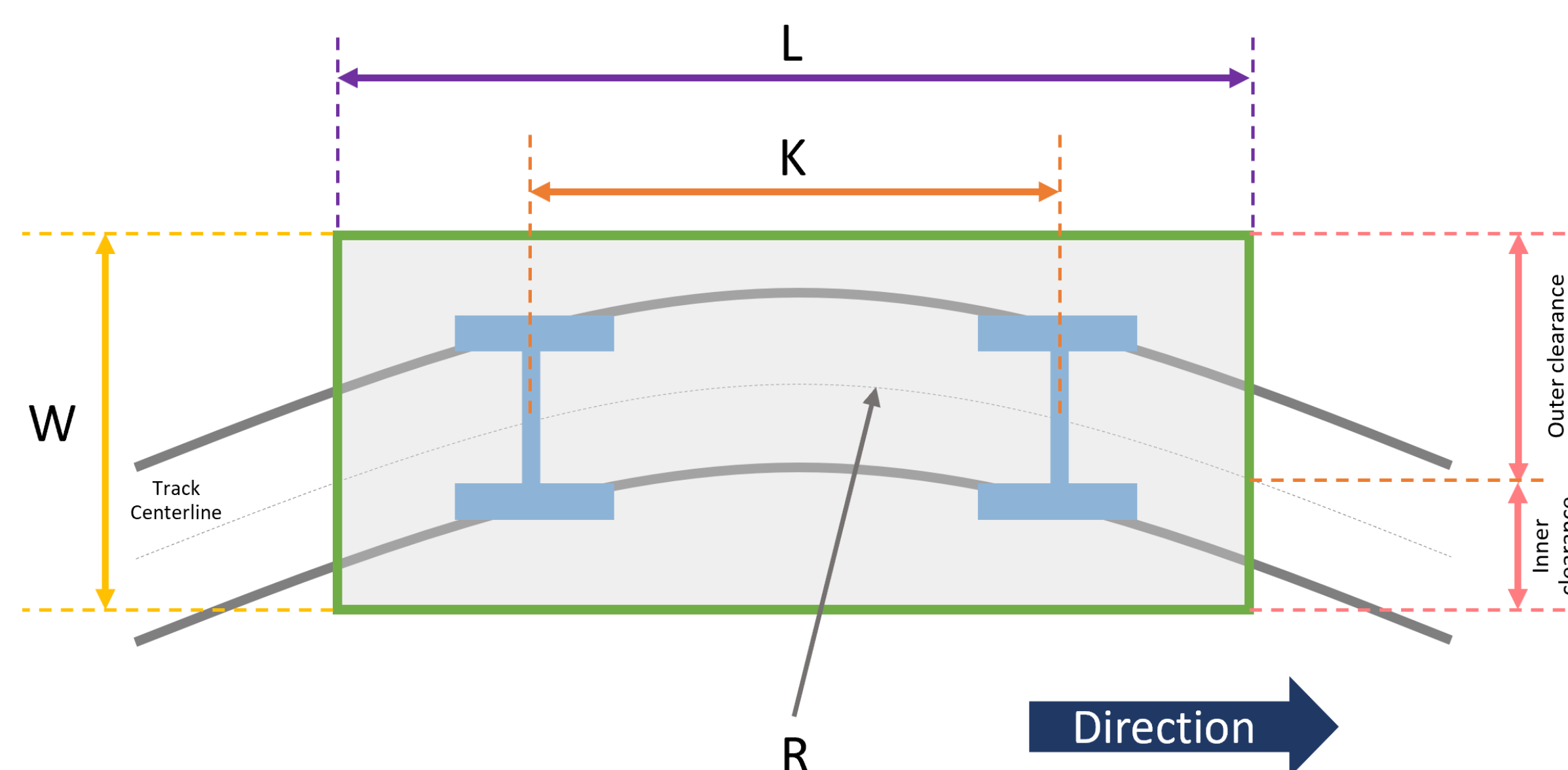
路面電車の車両クリアランスは、以下の式によって求めることができます

$$\text{Outer Clearance} = \frac{W}{2} + \frac{L^2 - K^2}{8R}$$

$$\text{Inner Clearance} = \frac{W}{2} - \frac{L^2 - K^2}{8R}$$

Note:

W = vehicle's width; L = vehicle's length
 K = bogie-to-bogie distance
 R = radius curvature of track centerline



Track layouts	Number of frames	Mean IoU*
Straight track	1000	0.9995
Straight track	1000	0.9792
Sharp curve track	1000	0.9564
Transition track	1520	0.9457

*IoU = Intersection-over-Union

結論 Conclusion

その結果、本アルゴリズムはすべてのケースにおいて平均IoUが0.9を超える精度を達成し、さまざまな線路形状において高い精度で路面電車のクリアランスを特定できることが示されました。今後は、実際の走行データを用いて、このアルゴリズムをさらに検証していく予定です。