

利用者名：コンピュータサイエンス学部 講師 松岡 丈平



Title: Automatic Route Design by Stepwise Subdivision of Virtual Walls —Reduces Route Length and Speeds Up Execution Time (バーチャルウォールの段階的細分化による経路自動設計 - 経路長の短縮と実行時間の高速化-)

Authors: Yuki Itoh, Junya Hoshino, Tenta Suzuki, Kenji Matsuda, Kaito Kumagae, Mao Tobisawa, Tomohiro Harada, Jyouhei Matsuoka, Toshinori Kagawa, Kiyohiko Hattori (伊藤 優希(東京工科大学大学院生), 星野 順哉(東京工科大学大学院生)), 鈴木 天太(東京工科大学大学院生), 松田 賢治(東京工科大学大学院生), 熊谷 海斗(東京工科大学大学院生), 飛澤 真大(東京工科大学大学院生), 原田 智広(埼玉大学大学院 准教授), 松岡 丈平(東京工科大学 講師), 加川 敏則(電力中央研究所 主任研究員), 服部 聖彦(東京電機大学 教授)

Journal: Journal of Robotics and Mechatronics Vol.36 No.3 628-641

掲載年月: 2024 年 6 月

研究概要: 近い将来, 自動運転車両は通信を通じて他の車両と情報を共有できるようになり, 適切な交通制御アプローチが可能になると期待されています. 完全自動運転を活用した新しい交通制御アプローチとして, 仮想壁(virtual wall ; VW)を用いた交差点制御のアプローチが提案されています. このアプローチでは, 車両が自由に動ける 2 次元空間内で, 交差点に進入するすべての車両の初期位置, 目的地, および速度を取得・共有し, その情報に基づいて適切に VW を配置する. 各車両は VW を回避する最短経路を計算し, 安全かつ合理的な経路選択を実現する. しかし, この手法には総経路長や計算時間短縮の面において課題が存在する. この課題を解決するために本研究では, 不要な経路の枝刈りと段階的に VW の配置を行う手法を提案する. 本研究では, VW の配置を決定するために提案手法と同じく遺伝的アルゴリズムを使用した. 提案手法の有効性はシミュレーションを通じて評価した. その結果, 既存手法である VW アルゴリズムと比較して, 提案手法である段階的 VW アルゴリズムの総経路長と実行時間の短縮が確認された.

研究背景: 近年, AI 技術やセンサの性能向上に伴い, 自動運転の研究が盛んになっている. そこで本研究では, 自動運転車社会における路車間通信を用いた自律的な交通制御に着目した. 信号機に依存しない交通制御アルゴリズムとして既存手法である早乙女らの提案した VW を用いた交通制御アルゴリズムを用いてこれを実現し, 提案手法により VW を用いた交通制御の課題を解決することが期待できる.

研究成果: 不要な経路の枝刈りと段階的に最適化を行う提案手法を適用した結果, 既存手法と比べて車両の総経路長の短縮と実行時間の短縮が確認された. また, 3 叉路や片方 2 車線, 一方通行を含む交差点での実験を行い VW が様々な環境に適應できることを確認した.

社会への影響: 自動運転車での信号に依存しない交通制御の普及により交差点交通での渋滞の緩和, 経路最適化によるスループットの上昇やヒューマンエラーによる事故の減少といった安全性の向上が考えられる.

専門用語:

AI: 人間の知能を模倣するように設計されたシステムやアルゴリズムを指し, 自然言語処理, 画像認識意思決定などのタスクを自動化可能である.

可視グラフ: 計算幾何学やロボティクス, パスプランニングにおいて用いられるグラフ構造の一種です. 可視グラフは, 2 次元空間上の障害物や領域の間に存在する視認可能なパスを表現するために使用される.

ダイクストラ法: グラフ理論における最短経路を見つけるためのアルゴリズムの一つ, このアルゴリズムは, 単一始点最短経路問題を解決するために使われ, グラフの中で 1 つの頂点から他のすべての頂点までの最短経路を見つけられる.

遺伝的アルゴリズム(GA): 自然界の進化の過程を模倣した最適化アルゴリズムで, 複雑な問題の近似解を効率的に探索するため

に使用される。GA は、生物の進化理論、特に「自然淘汰」や「遺伝的変異」の概念に基づいている。

VW(VirtualWall)アルゴリズム：交差点内に仮想壁(VW)を配置し交通制御を行うための提案手法。遺伝的アルゴリズム、可視グラフ、ダイクストラ法を用いて VW の配置を最適化する。

段階的 VW アルゴリズム：VW を配置する際に段階的に一つ一つの VW の大きさを小さくしていく手法。遺伝的アルゴリズム、可視グラフ、ダイクストラ法を用いて VW の配置を最適化する点は同一である。