

審査の結果の要旨

氏名 早川 敬一郎

本研究では、ネットワーク上の交通行動を考慮した交通制御手法の研究を行ったもので、ダイナミックプログラミングに着目して期待効用を時間分解すると共に、アクティビティ分析を時空間ネットワークへ拡張することで、新たな交通割り当て問題を定式化している。まず、最初の問題では、東日本大震災におけるグリッドロックの発生したネットワークにおける閉路制御の新たな手法論の提案を行い、以下の結果を得た。

- (1) リンク i と閉路 z の飽和度を定式化し、ネットワーク全体の飽和度を用いて、交差点ごとの信号制御によって流入交通量を LP 制御する方法を提案した。
- (2) ネットワーク上の経路選択行動は RL モデルで記述し、評価を行った結果、Non-Reactive シナリオでは、グリッドロック現象を、本手法によって抑制できることを示した。
- (3) Reactive シナリオでは、時間割引率が低い場合、制御効果が高いのに対して、災害が発生してドライバーは短視眼的な意思決定をして時間割引率が高いケースでは、ネットワークのスループットが改善することを確認できた。

次にトリップチェインベースの交通制御として容量制約付ライドシェアリングに着目して動的トリップマッチング最適化問題としてドライバーとユーザーのマッチングについて理論的な定式化とその解法の提案を行った。

- (1) 早い者勝ちと事前決定といった従前の配分方法の課題に着目して、HAPP と呼ばれる Recker の方法を援用して、Bellman 型の方程式を用いると共に、時間制約の概念を導入して、時間分解型のマッチング問題として再定式化を行った。
- (2) サーチベースの最適マッチング問題においては、スパースな時間選択肢を構造化処理することで、計算時間圧縮を実現した。
- (3) 提案手法では、少ないユーザーの場合にアルゴリズムの効率性がきわめて高いことを示した。

最後に時間依存型交通容量に着目して、プライシング（オークション）理論を用いた交通量配分の方法を提案した。静的な VCG メカニズムは、インセンティブ適合性と個人の合

理性を同時に満たすことが知られており、本研究では動学的な制度設計評価の枠組へと発展させ、動的ピボットとオンライン VCG アルゴリズムの提案を行い、オンライン VCG の効率性の高さを確認した。

審査において、動的交通モデルの枠組に基づく新たな交通制御理論の一般化において、本研究が果たした役割は大きく、現実的な計算手法を併せて提案できている点が高く評価された。特に、災害時の交通制御や容量制約付の動学的交通行動マッチング問題では、膨大な選択肢集合を動的に扱う必要があることから、従前の理論研究とその計算手法の枠組みは限定されたものであった。本研究では、こうした問題を、交通マッチングとそのオペレーションにおける経路索引処理によって解決に導いており、従前にはない研究の新規性・有用性を有していること、実際の計算適用事例を通じて一定の信頼度と効率性を持って裏付けられていることから、博士論文として十分な完成度を有すると判断する。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。