

## 審査の結果の要旨

論文提出者 上條俊介

本論文は、「Traffic Image Analyses based on Spatio-Temporal Markov Random Field Model」(時空間 Markov Random Field Model に基づく交通画像解析の研究)と題し、事故削減や渋滞緩和といった近年特に重要となりつつある社会問題に取り組むべく、画像認識技術を用いた都市の交差点や高速道路の合流部における複雑な交通事象の把握についての一連の研究をまとめたもので英文9章で構成されている。

第1章は「Introduction(序論)」であり、本研究の背景・目的および交通事象把握に関する過去の関連研究について述べている。

第2章「Overview of the Research(研究の概要)」では本研究の位置づけと全体構成について述べている。

第3章「Traffic Monitoring System(交通監視システム)」では本研究に利用する様々な交通事象に関する画像データベースを取得するための実験環境について述べている。本研究では、独自に事象データを収集するため、神田駿河台下交差点にカメラを設置し、交差点全景の定点観測を約2年続けている。その成果として、事故を始めとするニアミス、渋滞、違法駐車などの様々な画像データを取得している。

第4章「Occlusion Robust Tracking Algorithm utilizing Spatio-Temporal Markov Random Field Model(時空間 Markov Random Field Model を用いた隠れにロバストなトラッキングアルゴリズム)」では、従来から未解決であった車両同志の隠れがある状況でのトラッキングの問題を、時空間画像の領域分割の問題と捉えて解決している。時空間画像の領域分割の問題を定式化するため、時空間 Markov Random Field モデルという確率モデルを独自に定義し、車両同志が重なっている場合でも、個々の車両に属する部分を分割することに成功している。これにより、非常に混雑した交通においても、微細な挙動解析が可能となり、交通監視技術に大きな発展が期待される。

第5章「Global Optimization through Accumulated Spatio-Temporal Images(蓄積された時空間画像における大域的最適化)」では、車両のトラッキングにおいて最悪条件の一つとされる低画角正面画像にも適用できるように時

空間 Markov Random Field モデルを改良し、約 50 フレーム(5 秒間)蓄積した時空間画像を大域的な最適化を行ない領域分割している。その結果、低画角正面画像においても 90%以上のトラッキング成功率を達成している。

第 6 章「Toward Behavior Analyses of Vehicles utilizing ST-MRF Model(時空間 MRF モデルを適用した車両の挙動解析へ向けて)」では、本成果の応用方式について検討を行っている。

第 7 章「Classifying Normal Traffics by using Hidden Markov Model (隠れマルコフモデルによる通常交通状態の分類)」では、交差点映像において車両をトラッキングした結果を用いて、これらの動きを隠れマルコフモデル(HMM)で分類することに成功している。具体的には、2 台の車両の相対位置および相対動きベクトルに基づき得られる観測量の時系列パターンを、通常のすれ違いにおける 4 通りのパターンに分類することにより、通常の交通流を監視することができることを示している。

第 8 章「Accident Detection utilizing HMM(隠れマルコフモデルを適用した事故検出)」では、追突事故特有のシーケンスを HMM に学習させ、上記の 4 通りの通常パターンと分類・識別することにより、交差点映像の中から事故車両を検出するのに成功している。その際、停車してはいけない領域や事故車両の周囲を通過する車両の動きを参照することにより、事故車両を発見する精度を高める試みを行っている。

第 9 章は「Conclusion(まとめ)」であり、本論文における時空間 MRF モデルの独自性およびこれを利用したトラッキングアルゴリズムの性能の優位性、さらにはかかる高精度のトラッキングにより始めて可能となる微細な交通状態把握の手法について、まとめと将来展望を述べている。

以上これを要するに、本論文は、将来の交通画像解析、交通監視技術に大きな変革をもたらし得る基礎技術を時空間マルコフランダムフィールドモデルなどの独創性のある手法をベースに開発し、実用レベルの車両の挙動解析と、交通状態の認識を実現したもので、情報工学上資する所が少ない。

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。