

## 審査の結果の要旨

氏 名 下 坂 正 倫

本論文は、「識別的推論とカーネルに基づく動作認識」と題し、日常生活に現れる動作を理解するための方法論を構築し、その有効性を検証している。これは、計算機や知能ロボットを生活空間に組み込むことで生活者の見守りや支援を可能とするシステムの実現のための基盤となることを想定したものである。特に、動作認識を統計的推論として捉え、動作に関する人の知識と観測された動作データの統合を合理的かつ柔軟に実現するモデルの構築とその有効性を行っている。

論文は全9章から構成される。以下に各章の概要を述べる。

第1章 “Introduction”では、本研究の背景と目的および論文の構成について述べている。

第2章 “Formulation of Action Recognition as Discriminative Statistical Inference Problems”では、動作認識を統計推論として捉え定式化し、本論文で提案するアプローチ、即ち、識別的推論とカーネルに基づく手法の概要を述べている。提案したアプローチでは、動作の共起性や時間依存性をグラフィカルモデルとして表現し、そのモデル上での推論を行う大域的識別と、その一要素となる、カーネルに基づく各々の動作についての局所的な識別から認識が行われるものとしている。これにより、柔軟性のある識別のモデル化および学習の方法が可能であることを示している。あわせて、従来の方法論、例えば、生成的なアプローチに基づく手法の特性を述べ、本研究のアプローチの優位性を示している。

第3章 “Local Action Classification with Kernels and its Performance Adjustment by Maximum-Margin Learning”では、カーネルに基づく局所的な動作の識別について、最大マージン学習に基づく構築法を提案し、モーションキャプチャデータを用いた性能検証実験により有効性を示している。

第4章 “Margin-Based Query Learning Leveraging Global Similarity of Motion for Local Action Classification”では、動作識別器の学習にかかる人的コストを低減することを目的に、3章で述べた学習法の枠組の一部を拡張した、実用上の観点で優れた手法の構築と有効性を示している。

第5章 “Local Action Classification Encoding Qualitative Prior Knowledge”では、第3章、第4章で構築した手法において問題点となる、データの偏性に起因する識別の不安定性を明確化し、その解決として人の動作に関する定性的な事前知識を統合し学習する識別法を新たに提案している。

第6章 “Kernel Design and Feature Discovery Method for Pose Classification”では、局所的な動作の識別の入力であり、認識全体の性能にも依存する、カーネルの設計法について述べている。特に座っている、等の姿勢に関する動作の認識に適したカーネルの設計法として、人の動作に関する知識記述に基づく方法と、それを補完する、大量の運動データに基づく識別に有効な運動特徴の発見法を述べ有効性を検証している。

第7章 “Marginalized Bags of Vectors Kernels for Dynamic Action Classification”では、第6章で扱った対象動作とは対照に、特定の姿勢に留まらないダイナミックな動作に特化した、すなわち運動の時系列性を陽に考慮するカーネルの構築を行っている。本章では、運動を表現する時系列の確率モデルに基づき、従来の方法論と比して大幅な効率化が可能な類似度計算を提案しており、脚動作を題材にその有効性の検証を行っている。

第8章 “Multi-Label Action Segmentation with Multi-Task Conditional Random Fields”では、第3章から第7章で述べた方法論を、動作の意味論に基づくグラフィカルモデリングと統合することで、動作の共起性や時間的な連続性を加味した頑健な出力を可能とする手法の詳細を述べている。その効率的な実現として、動作の階層構造に着目した符号化と、高効率な近似推定法の実現を行っている。モーションキャプチャデータによる評価を通じて、動作の共起性や時間的依存性の考慮による認識の頑健さの向上と近似推論手法の有効性を示している。

第9章 “Conclusion”では、本論文の結論としてこれまで各章で述べた内容を整理し、識別的な枠組とカーネルに基づく動作認識手法の発展について記している。

以上、これを要するに本論文は、日常の動作の頑健な認識手法について、認識器設計の自由度の高さや識別性能の頑健さの観点から統一的な枠組の手法を提案し、実際に計測された人の運動データを用いた評価によりその有効性を明らかにしたものであり、幅広い応用可能性を有する人の動作の理解の基盤技術としての貢献は大きい。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。