

## 【学位論文審査の要旨】

近年、高齢者の健康寿命の延伸が重要な課題になっており、健康づくりとしてのエクササイズ的重要性が示唆されている。特に体全体のエクササイズは、怪我の予防だけでなく、肩こりや腰痛の低減に繋がる。最近では、高齢者が少人数のコミュニティをつくり、自らエクササイズを行っているが、高齢者向けの体操やエクササイズへの関心は低く、エクササイズの効果も定量的にわからないため、継続が困難である。そのような背景のもと、楽しむエクササイズとして、その造語であるエクサテイメントの概念が提唱されている。簡単なエクサテイメントを行うためのゲーム機は一般家庭に普及しつつあるものの、高齢者のゲーム機への興味が低く、また、加速度センサを用いた簡単な手の動作計測が多く、体全体の計測は行われていない。一方、高齢者向けの低価格なスマートフォンなどが普及しつつあるため、スマートデバイスを用いたエクサテイメントの実現への期待が高まっている。特にスマートデバイスに内蔵されているカメラの高機能化が進んでおり、体全体の動作計測を高度化できる可能性がある。

そこで、本研究では、体全体のエクサテイメントの実現に向け、エクササイズを定量的に計測するために、スマートデバイスのカメラ画像を用いた新しい進化的ロボットビジョンシステムを提案している。具体的には、オクルージョンの問題や、計測が困難な特異姿勢での計測の問題を解決するために、複数のスマートデバイスを用いた多視点進化的ロボットビジョンに関する方法論を提案している。次に、高齢者向けの体操動作の一部をエクササイズに適用したエクサテイメントシステムを開発し、様々な実験結果を通して提案手法の有効性を示している。

本論文で得られた成果は、以下のように要約できる。

- (1) カメラ画像あるいは、三次元測域センサ情報から姿勢推定を行う逆問題に関する定式化を行った。次に、動作計測や姿勢推定に関する様々な最適化手法に関する比較を行い、進化的ロボットビジョンに関する体系化を行った。
- (2) オクルージョンの問題や計測が困難な特異姿勢での計測の問題を解決するために、複数のスマートデバイスを用いた多視点進化的ロボットビジョンに関する方法論を提案し、計算コストを削減しつつ、姿勢推定精度を従来手法と同等、もしくは、大幅に改善できることを示した。
- (3) 高齢者向けの体操動作の一部をエクササイズに適用し、リズムと動作の同調度を推定するエクサテイメントシステムを開発し、様々な実験結果を通して多視点進化的ロボットビジョンの有効性を示した。

以上のように、本論文では、進化的ロボットビジョンに関する新しい方法論を提案し、姿勢推定に関する様々な実験を通して提案手法の有効性を示した。得られた成果は工学的に高く評価でき、ロボット工学に関する研究分野だけでなく、コンピュータービジョンに関する学際的な研究分野への貢献も大きいものと考えられる。よって、本論文は博士（工学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認められる。

(最終試験又は試験の結果)

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上（オンライン）で論文発表を行い、主査及び3名の審査委員を含む30名の出席者による質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。