

## 論文内容の要旨

博士論文題目

Novel View Synthesis and Augmented Reality for Assisting Human Action Learning

(動作学習支援のための自由視点映像生成と拡張現実感)

氏名 Fabian Lorenzo Dayrit (ファビアン ロレンゾ ダイリット)

(論文内容の要旨)

スポーツやダンスなどにおける動作を学習する場合には、一般に、初心者は他人の動作を真似することが多い。他人の動作を模倣する際には、実際に目の前で演じている人を観察する場合と撮影されたビデオ映像を視聴する場合の2つの方法がある。前者は自由な視点から動作を観察でき、高い学習効果が期待できるが、目の前で模範動作を行ってもらう必要がある。一方、後者は目の前で模範動作を示してもらう必要がなく、ビデオ映像の反復視聴が可能であるという利点があるが、観察する視点が撮影時のカメラ位置に限定されるという欠点がある。本論文では、これらの問題に対して、上記の2種類の動作学習方式の長所を組み合わせた、任意の場所・時間に模範動作を自由な視点で観察できる動作学習支援の枠組みを提案している。具体的には、RGB-Dカメラで模範動作を撮影し、自由視点映像生成技術によって任意視点映像を生成してユーザに提示する方式を提案している。本論文では、このようにして生成される動作の任意視点映像を“再演 (Reenactment)”と呼んでいる。本論文は以下の5章から構成されている。

まず第1章では、本研究の背景となる動作学習の支援と要素技術である自由視点映像技術および拡張現実感技術を概観するとともに、本論文の構成について述べている。

第2章では、本研究に関連する従来研究として、移動する人物を対象とした自由視点映像生成と教育あるいは学習を目的とした拡張現実感技術の応用について詳細に述べるとともに、本論文の当該分野における貢献についてまとめている。

第3章では、人体の形状を剛体部位から成る多関節物体モデルで近似し、テクスチャ生成に視点依存テクスチャマッピングを用いる再演手法を提案するとともに、構築したモバイル型再演ビューアを用いた評価実験とその結果について述べている。

第4章では、人体を統計的な非剛体物体と仮定した再演手法を提案するとともに、構築したmagic mirror型再演システムを用いた動作学習の効果についてユーザスタディの結果を示している。

最後に第5章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

氏名	Fabian Lorenzo Dayrit (ファビアン ロレンゾ ダイリット)
----	--

(論文審査結果の要旨)

本論文では、スポーツ等の動作学習支援を目的として、RGB-D カメラで撮影した模範動作映像から自由視点映像生成技術と拡張現実感技術を用いて、任意の場所・時間に模範動作を自由な視点で観察できる動作学習支援システムである“再演 (Reenactment)”システムを提案している。本研究では、基本的なアイデアの提案に加えて、実際に2種類のプロトタイプシステムを構築して、ユーザスタディを通して提案システムの効果を検証しているところに特徴がある。本論文の主要な成果は以下の3点に要約される。

1. 模範動作を RGB-D カメラで撮影した映像から、自由視点映像生成技術と拡張現実感技術を用いて、ユーザが模範動作を任意の視点から自由に観察できる動作学習支援システムである、“再演 (Reenactment)” システムの概念を提案している。

2. 人体の形状モデルとして剛体部位から成る多関節物体モデルを仮定し、動作中の3次元データに対する人体モデルの当てはめによって人体の3次元動作を再現する手法を提案している。多関節物体モデルは形状が正確ではないため、モデルに対する視点依存テクスチャマッピングによって形状の不正確さを視覚的に補う方法を採用している。拡張現実感技術を用いて動作の再演結果をモバイル型ビューアに提示するプロトタイプシステムを構築し、ユーザスタディを実施している。ユーザスタディの結果から、通常のビデオ視聴に比べて、曖昧な動作の理解が容易であり、再演を実世界での動作と直感的に比較できることが示されている。

3. 変形可能な統計的人体モデルを時系列軌行データに当てはめることによって正確な人体の形状モデルを構築する手法を提案し、magic mirror 型動作学習システムのプロトタイプを構築している。スケルトントラッカにより、同システムはユーザの体の向きに応じた再演映像を提示することができ、動作の直感的な理解がより容易になっている。ユーザスタディにおける本システムの動作学習支援効果に関する客観評価と、使い易さ、効果、表示品質等に関する主観評価を通して、提案システムの有効性を確認している。

以上述べたように、本論文では、スポーツ等の動作学習支援を目的とした再演システムの概念を提案し、プロトタイプシステムの開発とユーザスタディを通して提案システムの有効性と有用性を検証している。本研究は、複合現実感分野において、学術と実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容については、英文学会論文誌に論文が掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。