

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11390

研究課題名（和文）VR体験者が本物性を感じる動作表現のためのCGアバタの操作支援技術の研究

研究課題名（英文）Research on operation support technology for CG avatars to express movements that give a sense of authenticity to the VR experienter

研究代表者

森 博志（Mori, Hiroshi）

宇都宮大学・工学部・准教授

研究者番号：80538447

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、VR体験者がVR空間で対面するCGアバタの動作表現に本物性を感じられるアバタ動作の操作支援技術を確立した。

アバタはモーションキャプチャ技術を用いて操作者の姿勢情報を取得しCGアバタモデルに反映することで構成される。その際、動作情報の誤認識等により生じる姿勢の破綻やVR空間における体験者との位置姿勢や応答の不一致による整合性の欠如から動作表現の本物性が低下する問題がある。そこで本研究では、VR空間のコンテキストおよび蓄積動作の連続性に基づいた破綻姿勢および欠落した動作表現の自動補正により本物性と整合性を保持したアバタ動作の構成手法に取り組み、その有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、VR体験者が対面するCGアバタの動作表現に本物性を感じられるアバタ動作の操作支援技術として、モーションキャプチャによる誤計測や未取得の姿勢情報を推定し、適応的に蓄積動作情報で補完することでアバタ動作を構成する技術を確立した。本手法により入力センサの精度に大きく依存することなく自然に見えるアバタ動作の構成が可能となることから、アバタを活用したVRコンテンツの製作および運用支援につながる事が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, I established an operation support technology for avatar motion that allows VR experiencers to feel the authenticity of the motion expression of CG avatars in VR space. The avatar is constructed by using motion capture to acquire the operator's posture and reflect it in the CG avatar model. In such case, there is a problem that the genuineness of the motion representation is impaired due to posture collapse caused by false detection of motion information and lack of consistency caused by mismatch in posture and response. Therefore, I proposed and validated a method for constructing avatar motion that maintains authenticity and consistency by automatically correcting the collapse posture based on the context of the VR space and the continuity of the stored motion.

研究分野：コンピュータグラフィックス

キーワード：アバタ モーションキャプチャ パーチャルリアリティ

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

民生 VR 用ヘッドマウントディスプレイ(以下、VR-HMD)の普及により、VR の「現実と本質的に同一な体験」の有用性が一般に認知されつつある。VR において、人の自己投射対象であり自身の分身となるアバタは、人が介在する VR 空間にリアリティを与える重要な要素であり、その動作アニメーションには実際の人のように感じられることが求められる。

アバタを用いた VR コンテンツはソーシャルコミュニケーションやエンタテインメントなど様々な分野で研究開発が進められおり、2017年9月には操作者が操作するバーチャルアテンダント(アバタ)が VR 空間で体験者を案内するコンテンツが登場するなど今後様々な VR コンテンツでアバタが活用されることが期待される。

アバタの動作アニメーションを構成するにあたり、(a)操作者の意図に従ってアバタが実際の人と同質の動作を実行できているか、(b)対面する体験者がアバタの動作に本物性を感じられるか、(c)体験者を含む対象の VR 空間とアバタの動作とで整合性が確保できているかの3点が重要となる。(a)および(b)に対し、申請者は計測誤差を含む操作者の動作計測情報から、計測時の環境の影響や測定時の誤差により生じる破綻姿勢を推定し、蓄積動作情報で補完することで、操作者の実際の動作を重視しつつ姿勢破綻を抑制したアバタ動作の構成手法を提案してきた[文献①]。しかし操作者の意図に反したアバタ動作が構成されてしまっていないか、VR-HMD を介して体験者が VR 空間で操作者が操作するアバタと対面した際に本物性と整合性のある動作アニメーションが構成されているかという点について未検討であった。

2. 研究の目的

上記の背景を基に、モーションキャプチャによる動作計測情報を用いたアバタ操作を対象として、操作者の意図を反映し、かつ対面する体験者が VR 空間においてアバタの動作に本物性を感じることができるアバタの操作支援技術の研究に取り組む(図1)。

本提案技術では、操作者の入力動作情報のみに着目するのではなく、VR 空間における体験者と VR 環境との3次元空間性や応答性も含めた動作構成手法であることが特徴的な点となっている。また、誤計測や未取得の動作情報を推定し、適応的に蓄積動作情報で補完することでアバタ動作を構成するため、入力センサの精度に大きく依存することなく自然に見えるアバタ動作の構成が可能である。本提案技術により、操作者は VR 環境との整合性を意識することなく、身体部位および時系列的に連続的な動作入力から断片的な動作入力までの任意の入力レベルで、体験者が本物性を感じることができるアバタ動作を構成することが可能になる。これによりアバタを活用した VR コンテンツの制作および運用支援につながることを期待できる。

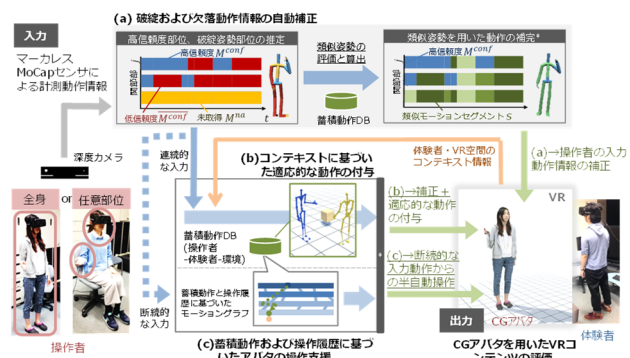


図1 研究の概要

3. 研究の方法

研究の遂行にあたり、次の(1)~(3)の各項目に取り組んだ。

(1) 破綻および欠落動作情報の自動補正によるアバタ動作の構成

操作者の全身または任意の身体部位による動作入力から、破綻および欠落動作情報を自動補正することによりアバタの全身動作を構成する。従来手法[文献①]では入力姿勢から推定した高信頼度部位の姿勢を基に、実験的に求めた評価関数を用いて蓄積動作群から類似単位動作を選出し補完処理に用いることで姿勢破綻を抑制したアバタ動作を構成していた(図3)。

本研究ではより高精度かつ操作者の操作意図が反映されたアバタ動作を構成するために、多数の高精度の教師動作データと任意の関節部位が破綻あるいは隠蔽されていると仮定して作成した操作者の入力動作データを用いて、機械学習手法により補完に用いる類似単位動作算出のための最適な評価関数と重み係数を導出する。

(2) VR 空間のコンテキストに基づいた適応的な動作の自動付与による本物性と整合性を保持したアバタ動作の構成

(1)の操作者の動作情報に加えて、体験者を含む VR 空間のコンテキスト情報を入力として、適切な類似姿勢を算出し自動補正を行う。操作者と体験者および VR 空間に対応する環境とを同時に組で動作計測と簡易な空間計測を行い、操作者の動作を基準に姿勢の連続性を考慮したグラフ構造を持った蓄積動作 DB を構築する。この蓄積動作 DB を基に、入力情報に応じた類似姿勢情報を算出し(a)の自動補正処理に統合する。

(3) 蓄積動作データおよび操作履歴に基づいたアバタの操作支援

(2)のグラフ構造を持った蓄積動作 DB と操作履歴を基に、時間軸上における断続的な操作者の動作情報を入力として、グラフ上の最適なパスを探索し、パスに従って適応的に動作を実行することでアバタの自動操作による動作の実行を可能にする。

4. 研究成果

(1) VR 空間のコンテキストに基づいた CG アバタ動作の自動補正

3-(1)および3-(2)に対し、インタラクションの事例データに基づいて、アバタ操作者の対面者の姿勢情報を考慮したアバタの動作補正手法(図2)を確立した。VR空間において2人で行うキャッチボール動作を対象とした実験結果を図3に示す。実験では、操作者の姿勢情報 L と、対面者の姿勢情報 L' を取得し、ユーザの正解姿勢 L から任意の関節部位を破綻させた姿勢 P と対面者の正解姿勢 L' を入力とすることで、出力されたユーザの姿勢 R と正解姿勢 L の姿勢差に基づき類似姿勢算出精度の評価を行った。表1より、本手法により、正解姿勢との姿勢差の平均値および標準偏差が減少していることから従来手法と比較して類似姿勢の算出精度が向上していることが確認できる。また、図3より従来手法では正解姿勢比較し、右腕が正しく補完されていない姿勢が出力されているが、提案手法では右腕が正しく補完された姿勢が出力されていることが確認できる。したがって、VR空間のコンテキストに基づいた動作補正により、対面者がより本物性を感じることができアバタ動作の構成が可能であることが示唆された。

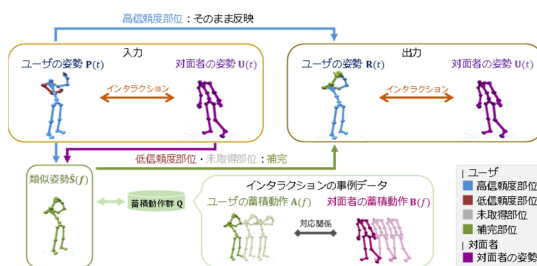


図2 インタラクション事例データに基づくアバタ動作の自動補正

表1 正解姿勢と出力姿勢の姿勢距離

	平均値	標準偏差
従来手法	6.92	4.25
提案手法	6.36	3.29

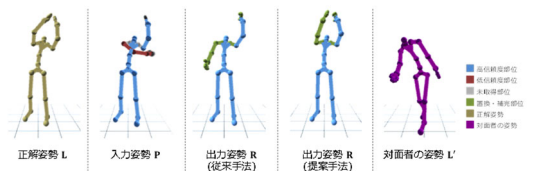


図3 出力姿勢の比較

(2)蓄積動作データの連結関係を用いたCGアバタの動作補正

3-(1)および3-(3)に対し、蓄積動作の連結関係に基づくグラフ構造[文献②]を持つ蓄積動作DBを基に、時間軸上における断続的な操作者の姿勢入力におけるアバタの動作補正手法を確立した。アバタ操作時にユーザの姿勢入力が断続的になるケースとして、入力センサに対して側面や背面を向けた際に正確な姿勢の取得が困難なマーカレスモーションキャプチャを使用した際に、側面や背面を向けた際に姿勢入力が途切れる事例を対象に検証を実施した。

アバタを利用したコミュニケーションコンテンツを想定し、会話動作を対象に提案手法の有効性を確認した。なお、マーカレスモーションキャプチャのセンサにはKinect v2を使用し、顔画像認識により側面、背面を向いている状態を検出した。補正に用いる蓄積動作データは一般的な会話動作を使用し、事前処理においてグラフ構造を自動構築した。図4にアバタの動作アニメーションの補正結果を示す。側面や背面を向けた際に正確な姿勢取得ができない際においても、姿勢の破綻が軽減された動作に補正されていることが確認できる。これにより、蓄積動作データの連結関係を用いることで、時間的に断続的な姿勢入力に対して、対面者から見た際に自然に見えるアバタ動作が構成可能となることが示唆された。

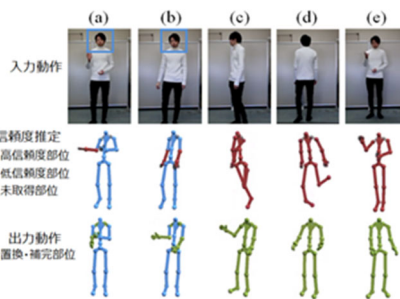


図4 蓄積動作データの連結関係を用いたCGアバタの会話動作の補正結果

本研究におけるアバタ動作構成手法では入力姿勢情報の中から正確に取得できていると推定される情報はそのまま反映し、他の箇所を正確に取得できている姿勢情報やコンテキスト情報に基づいて動作の連続性に基づいた蓄積動作群から補完することで動作を構成するアプローチを取っている。これにより本来の操作者の動作を重視しつつVR空間で整合性をもったアバタ動作を構成する点が特徴的な点となっている。本手法を用いることで、入力姿勢の誤検出が考えられる簡易なモーションキャプチャ入力においても、その入力姿勢情報の精度に大きく依存することなく姿勢破綻が軽減されたアバタ動作が構成可能であると推測されアバタを活用したVRコンテンツの運用支援をはじめとしてその応用性は高いものと考えられる。

今後の展望として、姿勢入力をはじめとした各種操作入力情報から操作者の意図を汲んだアバタの操作支援技術への取り組みが考えられる。

<引用文献>

- ① 森博志, 菅原悠太, 外山史, 東海林健二: “低信頼度の姿勢情報の置換により姿勢破綻を軽減した CG アバタ動作の実時間構成,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 22, No. 1, pp19-26, 2017.
- ② L. Kovar, M. Gleicher, F. Pighin, “Motion Graphs,” ACM Transactions on Graphics, vol. 21, No. 3, pp. 437-482, 2002.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木滉, 森博志, 外山史
2. 発表標題 インタラクションの事例データに基づいたCGアバタの動作補正
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田澤陸人, 森博志, 外山史
2. 発表標題 機械学習を用いたCGキャラクタの低詳細モーションの高詳細化
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田晃嗣, 仲泰誠, 外山史, 森博志
2. 発表標題 ユーザ姿勢とVR環境情報を考慮したCGアバタの操作支援
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲泰誠, 森博志, 外山史
2. 発表標題 部分的な姿勢入力からユーザの操作意図を反映したアバタの全身動作の構成
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木幡 由紀 , 森 博志 , 外山 史
2. 発表標題 インタラクション映像に基づくバーチャルペットの動作構成
3. 学会等名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柴田寛也, 森博志, 外山史, 東海林健二
2. 発表標題 類似姿勢置換による姿勢の整合性を考慮したアバタ動作の構成
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲泰誠, 森博志, 外山史, 東海林健二
2. 発表標題 部分的な動作入力によるユーザの操作意図を反映するアバタ動作の生成
3. 学会等名 映像表現・芸術科学フォーラム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川友哉, 森博志, 外山史, 東海林健二
2. 発表標題 強化学習を用いたガイドキャラクタの経路誘導行動の生成
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------