

## 頭部姿勢入力 of 意図推定によるアバタの操作支援 Avatar Manipulation Support Using Intention Estimation from Head Posture

田中 大輔<sup>†</sup> 森 博志<sup>†</sup> 外山 史<sup>†</sup>  
Daisuke Tanaka Hiroshi Mori Fubito Toyama

### 1. はじめに

VRにおいてユーザの自己投射対象となるCGアバタをモーションキャプチャ技術を用いて操作する場合、計測したユーザの姿勢情報を、アバタモデルに適用することでアバタの動作が構成される。モーションキャプチャ技術を用いることでユーザの動作がアバタに反映されるため、没入感を損なわない操作が可能となる一方で、操作スペースが限られる等、全身の姿勢の計測が困難な環境においては、ユーザの意図した動作と同質のアバタの動作を構成することが困難になる場合がある。

このような問題に対し、座位状態での操作を対象に上半身姿勢のトラッキング情報からユーザの操作意図を推定し、アバタの全身動作を構成する手法[1]が提案されている。前進する歩行動作を対象に意図した姿勢と意図した進行方向への位置移動を伴う移動操作が可能であることが示されている。一方、アバタの移動時の操作の例として、進行方向に視線を向けた移動操作と、周囲を見渡すような視線移動を伴う移動操作がある。このような操作をジョイスティックやマウス、キーボードを使用して行う場合、進行方向の指定と周囲を見渡す視線方向の指定を別々のスティックやキー操作で実現する。同様の操作をモーションキャプチャ技術を用いて、実空間における移動を伴うことなく実現するためには、身体動作入力からどちらの視線移動を意図した動作なのかを推定する必要がある。視線方向に基づいたアバタ操作における進行方向の予測に関する研究[2]では、HMD から取得した運動中の頭部姿勢と視線の動きが進行方向の予測に役立つことが示唆されている。

そこで本稿では、ユーザの頭部姿勢と視線情報からユーザの操作意図を推定しアバタの動作を構成するアバタの操作支援手法を提案する。頭部姿勢と視線のトラッキング情報から、進行方向の決定を意図した操作入力と、移動しながら周囲を見渡すことを意図した操作入力とを判別し、アバタの動作に反映させることで、実空間におけるユーザの移動を伴うことなく意図したアバタの視線移動を可能にする。

## 2. 頭部・視線情報からのアバタ操作の意図推定

### 2.1 提案手法の概要

提案手法の概要を図1に示す。頭部姿勢と視線方向のトラッキング情報、および基準動作を入力として、視線方向と基準動作の進行方向とが連動/非連動するアバタの操作を実現する。深層学習を用いて HMD から取得した頭部姿勢と視線方向の入力から、進行方向の決定を意図した操作入力か、前進しつつ周囲に視線を移すことを意図した操作入力かを出力する操作意図推定ネットワークを構築する。

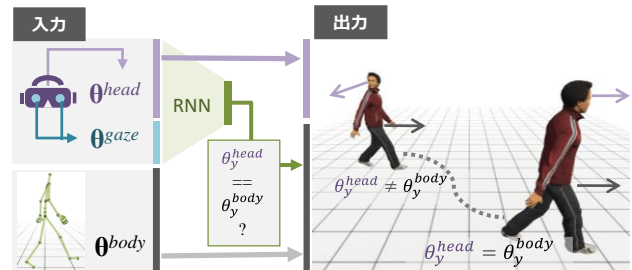


図1 提案手法の概要

操作意図の出力結果から視線方向と基準動作の進行方向との連動/非連動を制御する。連動する場合、基準動作の進行方向を視線方向に一致するように補正する。非連動の場合、基準動作の進行方向を維持したまま頭部姿勢のトラッキング情報をアバタの頭部姿勢に反映する。以上により操作意図に基づくアバタの動作を構成する。

### 2.2 操作意図推定ネットワークの構築

#### 2.2.1 訓練データセットの作成

訓練データセットは次の手順で作成する。

- (1) 視線方向と進行方向の連動/非連動を固定したそれぞれの設定において、対象動作を想定したアバタ操作時のユーザの頭部姿勢と視線方向を記録する。
- (2) 頭部姿勢と視線方向を入力データ、連動/非連動の動作状態を教師データとする。

視線方向と進行方向が連動することを想定した訓練データの作成時には、基準動作の進行方向をユーザの視線方向に連動させるようにした状態で、ユーザは視界前方のガイドオブジェクトを注視する操作入力を行うことで記録する。一方、視線方向と進行方向が非連動であることを想定した訓練データの作成時には、アバタが基準動作を実行している状態で、ユーザは視界前方のガイドオブジェクトを注視しつつ、周辺視野に注視対象オブジェクトが出現した際には、ガイドオブジェクトから注視対象オブジェクトに視線を移すように頭部と視線を動かす。その際、進行方向は基準動作に準拠し、頭部と視線はユーザが独立して動かすことができる設定で記録する。

#### 2.2.2 操作意図推定ネットワーク

時系列データの時間的特徴を考慮するために LSTM ネットを用いたリカレントニューラルネットワークにより構成した。入力には頭部と視線の回転量の 6 次元ベクトル、出力は視線方向と進行方向との連動の有無に対応するクラス分類情報である。出力層の活性化関数にはシグモイド関数を用い、視線方向と進行方向が連動する確率が出力される。LSTM 層のユニット数は 20、Backpropagation Through Time(BPTT)は 30 とし、30 フレームの時間依存性を考慮した。学習時の損失関数には平均二乗誤差を用いた。

<sup>†</sup>宇都宮大学 Utsunomiya University

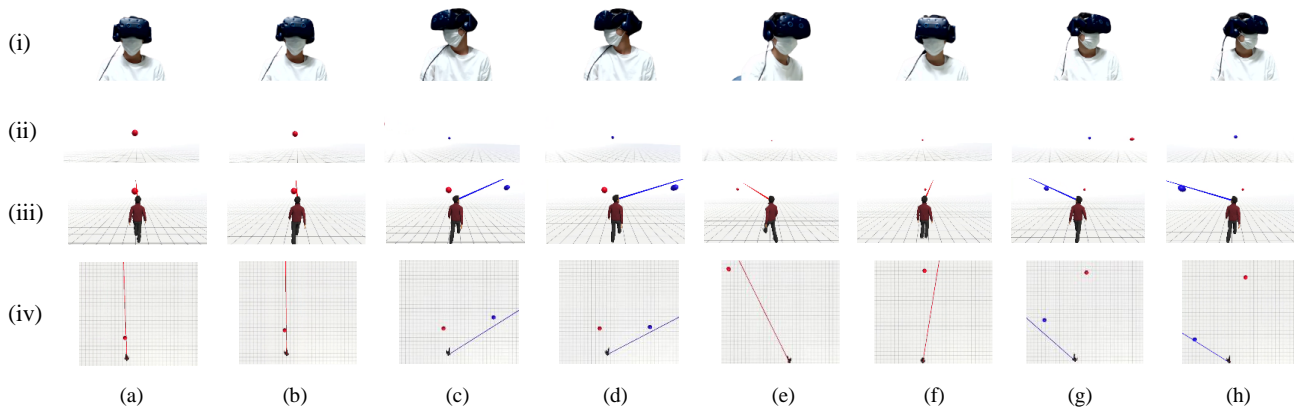


図2 アバタ操作の実行結果. (i)操作入力の様子, (ii)主観視点映像, (iii)俯瞰視点映像(後方), (iv)俯瞰視点映像(上方).

### 3. 実験

頭部姿勢入力によるアバタの操作結果を確認するために、基準動作を前方に直進する歩行動作として実験を行った。

頭部姿勢と視線方向は、HTC社のVIVE Pro Eyeにより取得した。進行方向に位置する視界前方のガイドオブジェクトを赤色の球体オブジェクト、注視対象オブジェクトを青色の球体オブジェクトとして、2.2.1に従い訓練データを作成し操作意図推定ネットワークの学習を行った。訓練データの総フレーム数は21588フレームである。

アバタ操作の実行結果を図2に示す。訓練データ作成時と同様に視界前方に表示される赤色オブジェクトを注視し追跡することで進行方向を定めつつ、周辺視野に現れる青色オブジェクトに進行方向を維持したまま視線を移すことを意図して操作を行った。俯瞰視点で表示されている視線方向を表す3次元線分は操作意図の推定結果を示しており、推定結果が進行方向と視線方向とが連動する場合は赤色で、非連動の場合は青色で示している。すなわち、赤色オブジェクトに対して赤色の線分が、青色オブジェクトに対して青色の線分が示されていれば推定結果が正しいことを示している。図2(c)(d)、および(g)(h)より、注視対象オブジェクトが出現し視線を移した際に、意図した通りに進行方向を保ちつつ視線のみを移す動作が構成されていることが確認できる。フレーム数を基準とした推定結果の正答率は91.3%であった。

また、各推定結果におけるフレーム数を基準とした適合率と再現率を表1に示す。視線方向と進行方向とが連動することを意図した操作では、高い適合率を示しており誤推定が少ないことが確認できる。一方、視線を進行方向とは独立して動かすことを意図した非連動の操作では、適合率より推定精度が低いものの、再現率より非連動結果に対して非連動を意図した操作入力の推定の取りこぼしが約21%と相対的に少ないことが確認できる。非連動操作の誤推定時のアバタの操作結果を図3に示す。図3(a)の誤推定により視線方向に進行した影響で、注視対象オブジェクトが中心視野付近に位置してしまい図3(d)においても誤推定されている。そのため視野に対する注視対象オブジェクトの出現位置を詳細に分類することで、実際の操作に対するより正確な推定精度を算出できると考えられる。

表1 各推定結果の適合率と再現率

	視線-進行方向連動	視線-進行方向非連動
適合率	97.6%	53.0%
再現率	92.7%	78.6%

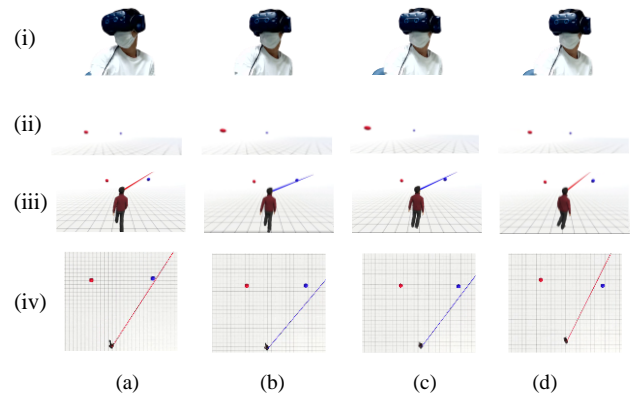


図3 非連動操作の誤推定時のアバタの操作結果. (i)操作入力の様子, (ii)主観視点映像, (iii)俯瞰視点映像(後方), (iv)俯瞰視点映像(上方).

### 4. おわりに

本稿では、ユーザの頭部姿勢と視線情報からユーザの操作意図を推定しアバタの動作に反映する操作支援手法を提案した。歩行動作を対象とした実験結果より意図した視線移動を伴うアバタの動作構成が可能であることを確認した。今後の課題として、視野に対する注視対象の出現位置を考慮した推定精度の検証が挙げられる。

#### 謝辞

本研究は、科学研究費補助金(21K11991)の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] K.Yamada, H.Mori, F.Toyama: "Towards Controlling Whole Body Avatars with Partial Body-Tracking and Environmental Information," 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops, pp.818-819(2022).
- [2] J.Gandrud and V.Interrante: "Predicting destination using head orientation and gaze direction during locomotion in VR," Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, pp.31-38(2016).