

身体動作の自動評価機能を備えた VR トレーニングシステム

酒井 悠馬[†] 長尾 確[‡]

名古屋大学 大学院情報学研究科^{†‡}

1 はじめに

近年 VR の利用は様々な分野にわたっており、医療分野や企業研修などで訓練やシミュレーションに活用する事例も増えてきている。しかし、多くの VR 訓練コンテンツでは実世界の訓練環境を VR で再現するに留まっており、訓練の内容自体を定量的に評価しているコンテンツは少ない。また、VR では利用者の身体の動きをトラッキングする都合上、身体動作の記録は容易であるため、身体動作データを使った定量的な評価手法が確立できれば、VR で行った訓練の一般的な評価が可能になると考えられる。

そこで本研究では、身体動作データを取得可能な VR トレーニング環境を作成し、そこでトレーニングをした際の身体動作データを詳細に記録・解析した上で、最終的に機械学習による VR トレーニングの自動評価を目指す。

また手を使った作業をするにあたって、ものに触れたという感覚は重要であると考えられる。そこで触覚フィードバックが可能なハンドトラッキングデバイスを採用し、フィードバックの有無で VR トレーニングにどのような影響があるのかも調査する。

2 VR トレーニングにおける身体動作の記録

2.1 身体動作の記録

頭の動きはヘッドマウントディスプレイ (HTC 社製 VIVE Pro) によってトラッキングし、両手両足、腰の動きは VIVE トラッカーという VR 用センサを装着することでトラッキングした。それら計 6 点のトラッキングデータを用いて VR アバターへ身体動作を反映する。また、指のトラッキングには SenseGlove 社の SenseGlove Nova を使用した。SenseGlove Nova は指のトラッキングに加え、各指に抵抗感を与えて指の動きを制限することで、物に触れているという感覚を提示することもできる。

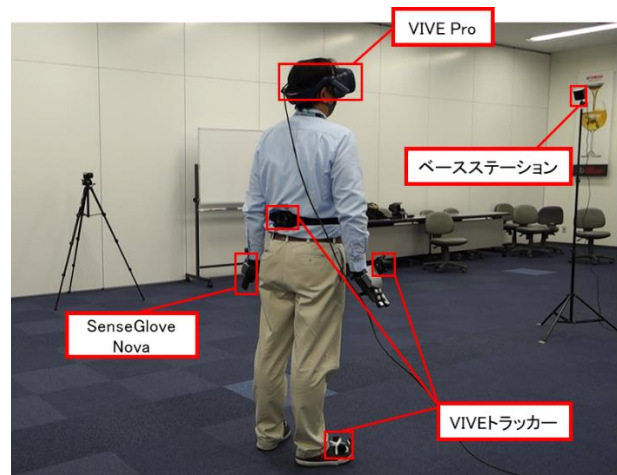


図 1. VR トレーニングシステムのデバイス構成

VR トレーニングの記録には、VRec[1]と呼ばれる VR 内のオブジェクトの動きを記録することができるライブラリを用いる。

記録対象は人型アバターに加え、生データとして、頭、両手、両足、腰の 6 点の情報も追加で記録した。これらの記録対象すべてに対して位置、速度、回転、加速度、角速度を記録している。

2.2 本研究でのトレーニングドメイン

本研究では、VR トレーニングのドメインはバイクの整備・点検とした。そこで、実際の環境を基に作成した VR 空間内に、バイクの整備点検に必要なオブジェクトを用意した。



図 2. バイク整備・点検トレーニング用の VR 空間

3 VR トレーニングシステムの運用

実際のバイクの整備士に聞き取りを行った上で、バイクのパーツを取り外す工程をトレーニングタスクとして設定した。この工程では身体動作が発生しやすいことに加え、正しい手順というものが明確に決まっているため、手順を間違え

VR Training System Capable of Automatic Evaluation of Body Movements

[†]SAKAI, Yuma (sakai@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)

[‡]NAGAO, Katashi (nagao@i.nagoya-u.ac.jp)

^{†‡}Graduate School of Informatics, Nagoya University

た回数(以降, ミス回数)によって VR トレーニング自体を点数化してルールベースで評価することが可能である.

被験者は実際のバイクの整備士を **expert**, それ以外を **novice** として熟練度を設定し, データを収集した.

また, 同タスクの比較のため, 取り外し対象のパーツを変えた 2 種類を用意した (以降, タスク 1, タスク 2 とする).

3.1 熟練度と点数の相関の確認

まず, このタスク 1, 2 でのミス回数が熟練度を反映したものになっているかを確認した. 下の図 3, 4 はタスク 1, 2 における熟練度別のミス回数の平均を比較したものである.

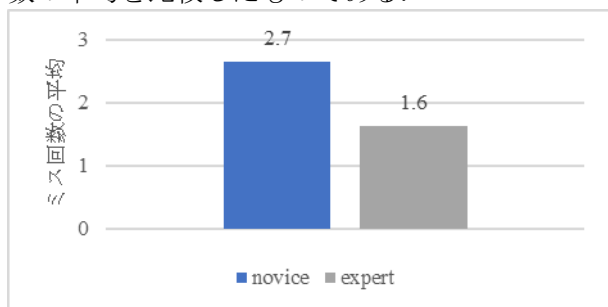


図 3. タスク 1 における熟練度別でのミス回数の平均

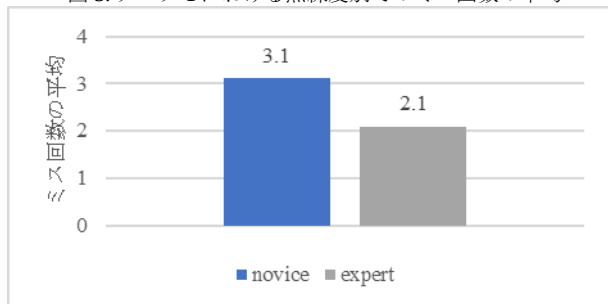


図 4. タスク 2 における熟練度別でのミス回数の平均

図 3, 4 の結果からも熟練度が高いほどミスの回数が減っていることがタスク 1, 2 のどちらでも確認できた. これにより, これらのタスクにおいてミスの回数はトレーニングの評価に活用できると言える. 例えば, 「**expert** の平均付近のミス回数であれば上級者», 「**novice** と **expert** の中間付近であれば中級者」のようなルールを設定しておけば, ミス回数による総合的な評価ができると考えられる.

4 VR における触覚フィードバックの有効性の検証

被験者を A, B の 2 グループに以下の条件で分け, 作業完了までにかかった時間を比較した.

	タスク1	タスク2
グループA	フィードバックあり	フィードバックなし
グループB	フィードバックなし	フィードバックあり

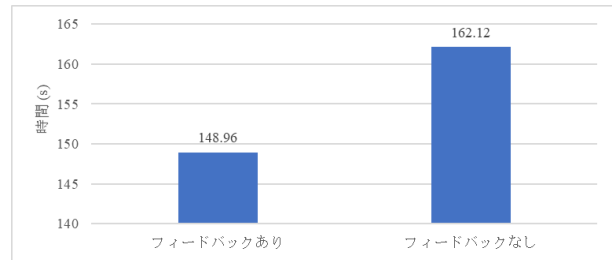


図 5. タスク 1 における触覚フィードバックの有無による作業完了までの平均時間

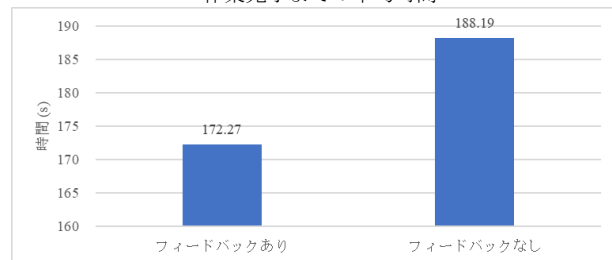


図 6. タスク 2 における触覚フィードバックの有無による作業完了までの平均時間

図 5, 6 の結果から, 触覚フィードバックがある設定の方がタスク 1, 2 のどちらにおいても作業時間が減少していることが確認できる. 被験者へのアンケートでも, 触覚フィードバックがあると視覚情報以外からも触れていることがわかるため, スムーズに掴み動作ができたという意見が多かった. しかし, 掴んだ感覚自体は現実のパーツに触った際の感覚とは大きく異なるという意見も多くあり, 指への抵抗感の提示のみでは材質感の提示は困難であると言える.

これらのことから, 材質感の提示ができない簡易な触覚フィードバックであっても, VR 内でオブジェクトに触れる作業をする際には作業効率の増加が見込めるため採用する価値があると言える.

5 おわりに

現段階では, トレーニングの総合的な評価しか完了していないが, 今回の被験者実験では身体動作データも記録してあるため, 今後は機械学習手法を用いて身体動作データからのトレーニングの詳細な自動評価を行う. 具体的には「熟練者の身体動作に近い動作は熟練度の高い動作である」という仮説のもとに, 身体動作データをエンコードして, 訓練者の身体動作と熟練者の身体動作の類似度を計算して類似度が高いほど高評価となるような自動評価モデルを作成する予定である.

参考文献

- [1] Yokoyama, Y., Nagao, K.: VR2ML: A universal recording and machine learning system for improving virtual reality experiences. In: 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW). pp. 757–758 (2020).