

非接触型モーションセンサデバイスを用いた刷毛塗技能訓練システムの開発

Developing a Brush Coating Skill Training System
with a Non-Contact Motion Sensor Device

穂井田 翼^{*1}, 藤本 宣人^{*1}, 松本 慎平^{*1}, 寺西 大^{*1}, 竹野 英敏^{*1}
Tsubasa HOIDA^{*1}, Nobuto FUJIMOTO^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}
Masaru TERANISHI^{*1} and Hidetoshi TAKENO^{*1}

^{*1} 広島工業大学 情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {b212102, m161507, s.matsumoto.gk, teranisi, h.takeno.au}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：日本の初等中等教育のものづくり科目では、教授者のものでづくり経験の不足が問題となっている。ものでづくり経験が十分でないことで、適切な指示を学習者に提示できていない。ものでづくり教授者が未経験者に対して適切な指示を出せるようにするためには、情報技術を活用した技能訓練支援システムを提供すべきであると考えられる。先行研究により、バーチャルリアリティ技術を用いた技能訓練システムの開発が進められており、学習者の技能獲得に有効であることが明らかにされているが、システム導入費用が安価でないといった課題があった。そこで本研究では、安価で入手可能な非接触型モーションセンサデバイスである Leap Motion に着目して、Leap Motion により刷毛塗り塗装訓練システムを開発することを目的とする。また、システムの発展形の一例として、Oculus Rift を用いた技能訓練の事例を提示する。

キーワード：ものでづくり教育、技能習得、力覚フィードバック、刷毛塗り、Leap Motion

1. はじめに

昨今、我が国の多くの小・中学生はものでづくりに対して不器用意識を強く感じており、このことは理工学離れの原因のひとつとして考えられている。ものでづくり学習の場におけるけがや過度な失敗に対する恐れは、ものでづくり教育への興味・関心の低下に直結し、不器用意識形成に繋がる。この背景には、指導者自身のものでづくり経験の不足が強く関係していると考えられる。教授者のものでづくり経験が十分でないことで、適切な指示を学習者に提示できていない。一方で、家庭や地域社会の教育力の低下に伴い学校に過度な期待が寄せられるようになった結果、初等中等教育現場の教職員は、知識や技能を深めるための時間確保さえ満足にできない状況にある。このような中、ものでづくり教授者が未経験者に対して適切な指示を出せるようにするためには、情報技術を活用し、1. ものでづくり技能を効率良く学習できる教材を提供すべきである、2. ものでづくりの経験を容易に蓄積できる環境と共に、自身の技能を分かりやすい形で評価される仕組みを提供すべきである、3. ものでづくり教育に必要な技能をうまく言語化できるような教材を提供すべきである、と考えられる。

先行研究により、バーチャルリアリティ技術を用いた技能訓練システムの開発が進められている⁽¹⁾。先行研究のシステムは、学習者の技能獲得に有効であることが明らかにされているが、システム導入費用が安価でないといった課題があった。そこで本研究では、安価で入手可能な非接触型モーションセンサデバイスである Leap Motion に着目して、Leap Motion により刷毛塗り塗装訓練システムを開発することを目的とする。また、システムの発展形の一

例として、Oculus Rift を用いた技能訓練の事例を提示することも目的とする。

2. 計測システム

開発システムは、Core i7 5550U, RAM 容量 16GB の汎用計算機上で動作する。システムは Visual Studio

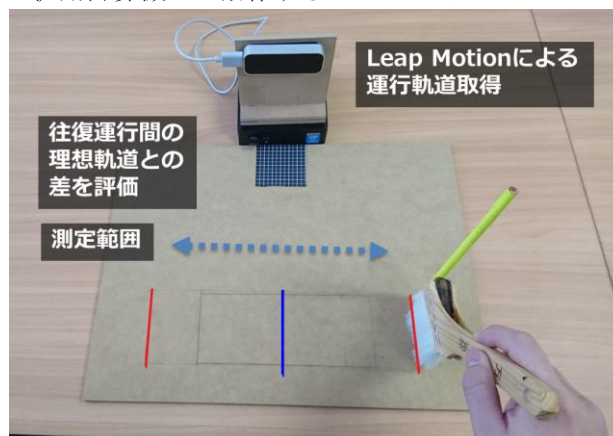


図1 計測システム

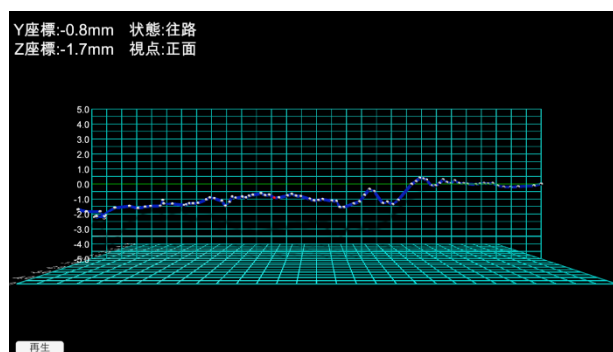


図2 実運行軌道の提示と再生

2015 Ultimate で開発され、開発言語は C#である。NET Framework 4.6, Unity 5.3.1f1, Leap Motion SDK ver. 2.3.1 を利用し、技能トレーニングシステムを動作させることができる。Unityにより、手やペンの動きを感知する Leap Motion のデバイスを統合して学習教材を構成する。学習教材の外観を図 1 に示す。

2.1 Leap Motion

本研究は、Leap Motion を用いて刷毛の運行軌道を計測する。先行研究で使用されていた 3 次元力覚入出力デバイスの分解能は 100 分の 5 単位の精度であったが、本研究で使用されるセンサデバイスは 100 分の 1 の単位の精度であるので、より細かいデータの取得が可能となる。Leap Motion は、赤外線照射で指やペンの動きを捉えることができる計器である。本研究でのペンの認識は、直径 0.5mm で長さ 15cm の棒で行う。運行軌道データは、反射テープを巻き付けた棒を刷毛の前方に設置し、刷毛の動きを計測することで、高精度で取得できるようになる。反射テープを巻き付けていない場合、刷毛を動かした際に認識ロスが頻発する。よって、反射テープを巻き付けることで、認識ロスをできる限り減らせるよう工夫している。

2.2 Unity

本研究では、ゲームやインタラクティブな 3D コンテンツ制作のための統合開発エンジンである Unity を用いてソフトウェアを開発した。本ソフトウェアでは、1 つのアプリで記録モードと再生モードを搭載した。記録モードでは、1 往復の刷毛塗りの動きを CSV ファイルに記録することができるモードである。Leap Motion は、ペンの位置を毎フレーム認識し(フレームレートは 200fps)、その時の絶対座標の 3 値を x, y, z として取得時間と対応付けて記録する。記録機能以外に、Leap Motion がペンを認識されているかの確認やキャリブレーションチェック、録画状態の確認を行うことができる。再生モードは、記録した CSV ファイルを読み込ませ、図 2 のグリッド線内にデータを再現させる。x 座標が +60mm ~ -60mm の範囲における y 座標, z 座標の変化に着目し、これらをソフトウェア上で 3 次元可視化することによって、学習者の刷毛運行指導を行う。図 2 の中央に表示されている緑色の直線は理想軌道と呼ばれるものであり、学習者が目指す運行モデルである。図 2 の青色の線は実運行軌道である。再現方法は、1 往復のデータを往路・復路に分けて行うことができる。往路・復路の切り替えは、キーボード操作で行うことができる。また、視点方向は、正面からと真上からとをキーボードで切り替えることができる。

3. おわりに

本研究では、Leap Motion により刷毛塗り塗装訓練システムを開発した。筋交い刷毛による刷毛塗り塗装の経験の乏しい大学生を被験者として動員し、学



図 3 OculusRift による刷毛塗りゲーム

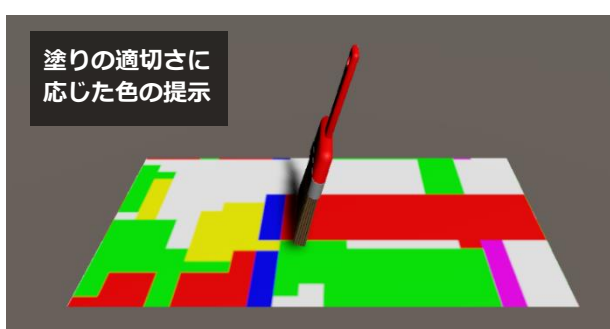


図 4 ゲームの一画面

習効果の実験を遂行している。実験プロトコルは文献⁽¹⁾と同様であり、実験から一定の学習効果を確認している。先行研究と提案システムとの学習効果の差の分析は今後の課題である。

継続的な学習を支援するため、刷毛塗り技能の仮想訓練教材に対してゲーム要素を導入し、塗装のタイムアタクトトレーニングを開発した。これらの仮想提示は、Oculus Rift の利用を想定している。図 3 にゲーム化した仮想訓練教材を用いて学習している様子、図 4 にゲームの一画面を示す。2015 年 11 月 3 日に広島大学で開催された Oculus Game Jam において開発システムを展示し、アンケートから主観評価を得た。詳細は当日発表で明らかにする。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会平成 24 年度科学研究費助成事業(基盤研究(B) 24330255)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

N. Fujimoto, S. Matsumoto, M. Teranishi, H. Takeno, T. Tokuyasu, Comparison of Learning Effectiveness in Computer Aided Brush Coating Skill Training System with the Difference of Instructional Methods, Proceedings of The 21nd International Symposium on Artificial Life and Robotics, PS9, pp.792-797, 2016.