

複合現実空間を利用した電子彫刻システムの機能追加

山本拓也^{†1} 川越真帆^{†2} 大槻麻衣^{†3} 柴田史久^{†1} 木村朝子^{†1}

概要: 我々は、彫刻刀の形状や操作感を活用した入力デバイスを用いて、複合現実 (Mixed Reality; MR) 空間で彫刻作業を行うシステムの開発を行ってきた。このシステムでは、実世界での彫刻作業と同様の動作で、実物体に重畳描画した仮想の 3D モデルに対して彫り跡を付与することができる。一方、実世界における彫刻作業では、複雑な模様の彫刻に熟練が必要とされることや、一度彫刻を行うと元の状態に戻すことができないといった問題がある。そこで本稿では、システムを拡張し、電子作業である利点を活かした機能として、複雑な模様の彫刻を効率的に行う機能の実装を行ったので報告する。

Further Implementation of Electronic Carving Functions in Mixed Reality Space

TAKUYA YAMAMOTO^{†1} MAHO KAWAGOE^{†2} MAI OTSUKI^{†3}
FUMIHISA SHIBATA^{†1} ASAKO KIMURA^{†1}

Abstract. We proposed the virtual carving system using the chisel device in a mixed reality (MR) space. Using this system, users can carve on the virtual surface superimposed onto a real object, just as the real world. However, the carving in the real world has some issues; for example, carving complex patterns require some skills and the real world carving does not allow redo/undo carved patterns. In this paper, we show some functions to support such issues on carving complex patterns.

1. はじめに

我々は、複合現実感 (Mixed Reality; MR) 技術と道具の形状や操作感を活用した道具型デバイスを用いたモデリングシステムを提案してきた[1]。現在は、彫刻刀を模した入力デバイスを用いて、MR 空間において彫刻作業を行うシステムの開発を行っている[2]。このシステムを用いることで、ユーザは実世界における彫刻作業と同じような操作を行うことで、仮想の 3D モデルに対して彫り跡を付与することができる (図 1)。

一方、実世界における彫刻作業では、複雑な模様の彫刻に熟練が必要とされることや、一度施した彫刻を元の状態に戻すことができないなどの問題がある。これらは、現状の電子彫刻システムにも共通している問題である。

そこで我々は、現在のシステムを拡張し、実世界で行うことができない電子作業ならではの利点を活かした、複雑な模様の彫刻を効率的に行うことのできる機能として、対称彫り機能と Redo/Undo 機能を実装した。本発表では、その詳細について報告する。



図 1 複合現実空間での彫刻作業の様子

Figure 1 MR carving system

2. 電子彫刻システム

我々が試作した電子彫刻システムのシステム構成を図 2 に示す。ユーザは彫刻刀型デバイスを利用し、実物体にデバイスを押しつけ、なぞるような操作を行うことで、その実物体に重畳描画した仮想の 3D モデルに対して彫り跡を付けることができる。

本システムでは、MR 空間の提示には両眼立体視可能なビデオスルー型のヘッドマウントディスプレイ (Canon MREAL HM-A1) を使用している。彫刻刀型デバイスや頭部の位置姿勢推定には磁気センサ (Polhemus 社製 FASTRAK) を用いており、デバイスの後端と HMD、仮想物体 (彫刻対象) を重畳描画する実物体に取り付けている。また、彫刻刀型デバイスの先端には、圧力センサ (Interlink Electronics Inc. 製 FSR400 SHORT) が取り付けられており、デバイスを実物体へ押しつけた際の圧力を取得する。取得

^{†1} 立命館大学 情報理工学部
College of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

^{†2} 立命館大学大学院 情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

^{†3} 筑波大学 システム情報系
Faculty of Engineering, Information and Systems,
University of Tsukuba

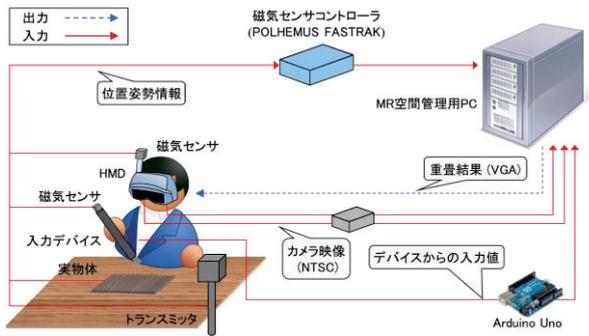


図 2 システム構成

Figure 2 System configuration



図 3 幾何学的な模様の作品例

Figure 3 Example of complex pattern

した圧力の値によって彫りの深さを変化させる。

彫刻刀型デバイスは、刃先を丸刀、三角刀、平刀、印刀に変更することができ、これに伴い、彫り跡の形状も変化する。さらに彫刻刀型デバイスの「刃先の位置」「押し付け量」「彫刻面とデバイスのなす角度」から、彫り跡の「位置」「深さ」「幅」を求め、これらの情報をもとに彫り跡を変化させている[2]。

3. 追加した電子機能

実世界での彫刻作品には、図3にみられるような、線対称や点対称の図形や幾何学的な模様がよくみられる。このような彫刻は、同じ形を繰り返し彫ることによって表現されており、緻密で美しい。しかし、実際にこのような模様を彫刻するためには、まったく同じ模様を何度も彫る技術が必要とされ、時間と労力が必要となる。そこで、我々は「同じ模様を繰り返し彫る」作業を効率的に行うことができる対称彫り機能と、作業内容を何度もやり直すことができる Redo/Undo 機能を実装した。ここでいう対称彫りとは、ユーザが彫った模様と同様の模様が分割数に応じて転写されることを意味している。

本研究では、対称彫りでよくみられる、線対称と点対称の2種類を実現した(図4)。ユーザはこの機能を使用する際、まずどちらの対称機能で彫りを行うかを選択する。さらに点対称の場合は2以上の分割数を指定する。この操作によって仮想物体の表面に指定した分割数に応じた対称軸が表示され、さらに表示された対称軸を回転させることで、

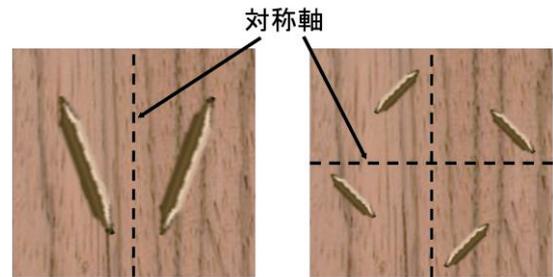


図 4 線対称と点対称

Figure 4 Line symmetry and point symmetry



(a) 対称軸表示

(b) 対称彫り

図 5 作業風景

Figure 5 Carving symmetry pattern

彫った模様が転写される位置を変更することができる。また、線対称の対称軸および点対称の中心点は、対象物体表面の任意の位置に移動することができる。

一方、現実世界では一度模様を彫刻してしまうと、直前の状態に戻すことができない。そこで Redo/Undo 機能を導入することによって、ひとつ前の作業内容を取り消すことを可能とした。これにより、ユーザが納得のいく模様が彫刻できるまで作業を繰り返すことができる。

実装した電子機能を活用することによって、ユーザは自由な位置に様々な模様を少ないステップ数で彫刻することができる。図5は対称彫り機能使用している際の作業風景である。

4. むすび

本稿では、MR 空間内で彫刻作業を行う際、複雑な模様の彫刻を効率的に行うことのできる機能とその実装内容について紹介した。今後は、さらに実世界での彫刻作業の分析を行い、電子作業ならではの利点を活かして、効率的に作業を行うことができる機能(一度彫った模様のコピーやペーストを行う機能や指定領域を一括して彫刻する機能など)の追加を行う予定である。

参考文献

- [1] Arisandi R., et al.: Virtual Handcrafting: Building virtual wood models using ToolDevice, Proc. IEEE, Vol. 102, No. 2, pp. 185 - 195 (2014)
- [2] Kawagoe M., et al.: Sharpen Your Carving Skills in Mixed Reality Space, Adjunct Proc. 4th ACM Symp. on Spatial User Interaction (SUI 2016), p. 161 (2016)