

ペン先形状を考慮した 3次元モデル編集法とその評価

堀川彬夫 松田浩一

岩手県立大学 ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

手描き入力による直感的な 3次元モデルの編集法を提案する。手描き入力による直感的なモデリング手法として、Igarashi らによって Teddy[1]が提案されている。Teddy では、ユーザがモデルの断面となる閉曲線を描くだけで丸みを帯びた 3次元モデルを作成できる。しかし、モデルの奥行きは閉曲線の幅に依存しているため、自由に奥行きを制御するのは難しい。一方、手描き曲線だけではなく筆圧を考慮した手法に、小林らの筆圧に基づく操作の強さを考慮した・版面システム[2]が挙げられる。筆圧により掘削の深さ、傾きを制御しているものの、タブレットから得られる筆圧以外の情報は利用されていない。筆者らは先行研究[3]で、ペン入力により得られる筆圧に加え、ペンの傾き角度を用い、直感的な変形方法を提案した。

本稿では、これらの入力情報に加え、ペン先の物理形状を考慮することで、より表現の幅を広げた変形方法の提案、及び、提案手法に対する評価実験の結果について述べる。

2. ペン先形状を入力に考慮した変形

変形後の曲面形状入力にペンタブレットを用いる。ペン入力に対し、その入力ストロークに対応する頂点を移動させることで変形を実現した。このとき、タブレットより検出されるペンの筆圧・傾き角・方向・回転角、ペン先形状の違い(図1)を変形に考慮する。次節からモデルの変形手法について述べる。



図1：ペン先形状の違い

2.1 重ね描き・傾き変化・筆圧による変形[3]

ストロークに対応する頂点の移動量は重ね描き回数により決定する。また、変形方向はタブレットから得られるペンの傾き情報・方向情報に基づいて決定した(図2)。このとき、グリップペン(図1：左)を使用している場合の変形形状は筆圧によって決定される。筆圧が強い場合は鋭角な変形形状、筆圧が弱いときは滑らかな変形形状となる。

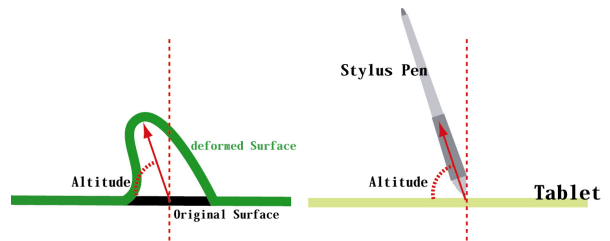


図2：傾き変化による変形方向決定

2.2 マーカーペンによる変形範囲設定

マーカーペン(図1：右)を使用している場合にはペン形状及び、描く方向に連動して変形範囲(ペンの太さ)を変更する(図3)。

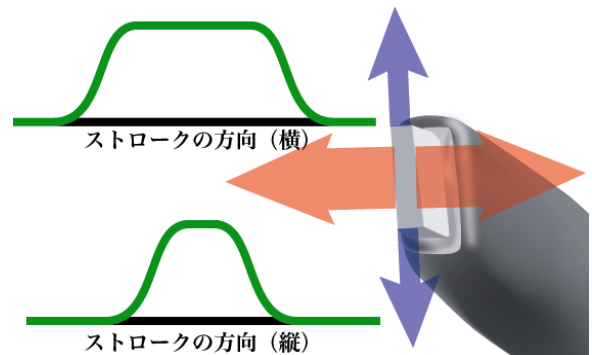


図3：マーカー形状による変形範囲設定

マーカーペンは回転情報を取得できるため、ペン先の物理形状を変形入力に反映可能である。また、マーカーペンの入力では変形形状は一定とした。これにより、広範囲にわたる形状の隆起を簡潔に操作可能になる。

3. モデル作成例

マーカーペンによる変形例を図4に示す。モデルの変形形状がマーカーの形状によって変化しているのがわかる。

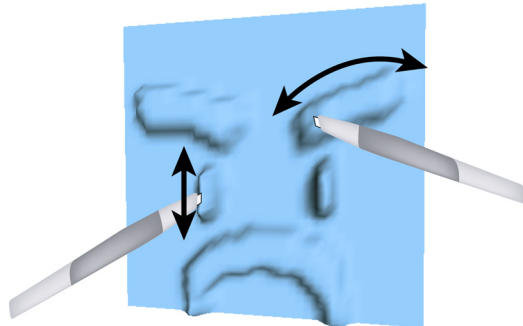


図4：マーカーペンによる変形例

なお、変形入力の外に、消しゴム機能（テールスイッチにより切り替え、消しゴムの効果範囲は筆圧量により決定）や UNDO・REDO 機能といった編集に必要な機能を備えている。3 角形分割された形状（図5, 6 左）に対し、本手法を用いて変形操作を加えることで、10 分程度で図5, 6 右の形状が作成できる。

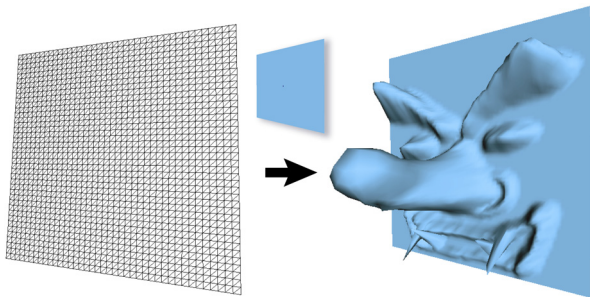


図5：モデル変形例1（左：変形前）

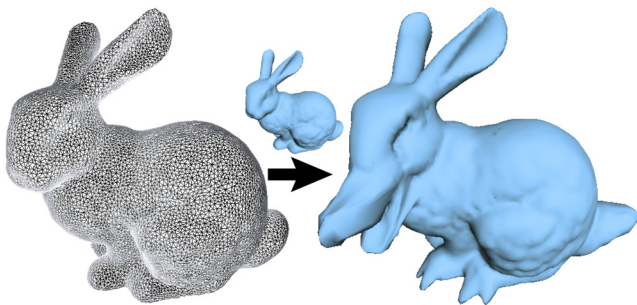


図6：モデル作成例2（左：変形前）

4. 評価実験結果と考察

提案手法の一部の機能に対して評価実験を行なった。実験では、被験者 10 名に対し 10 数分の学習時間を与えた後、手本となる形状を 2 種類示し、それらを模写するように形状を編集させた。

客観評価としてモデルの作成時間を計測したところ、いずれの被験者も 3 分から 8 分でモデルを作成していることから、提案手法が直感的でわかりやすい操作法であるといえる。

主観評価として、被験者にアンケート調査を行った。アンケートでは使いやすさを 6 段階で評価し、その得点平均値を算出した（表 1）。ここで、隆起変形、達成度とはそれぞれ、ストロークによりモデルが盛り上がる操作がわかりやすいか、作成したモデルの自己評価値を表す。

達成度が高い評価を得ていることから、提案手法により意図した形状を作成できたといえる。しかし、筆圧の評価は平均的には高いが極端に評価が低い者が見られた。これは、筆圧の個人差が大きく影響したものと思われ、キャリブレーションなどの事前設定の必要性が考えられる。

表 1：評価結果（6 段階評価）

隆起変形	重ね描き	筆圧	傾き	達成度
5.6	4.3	4.2	4.7	5.3

5. おわりに

本稿では、直感的な 3 次元モデル編集のためにペンの入力情報・物理形状を変形に考慮したモデリングを提案し、評価実験により、手法の妥当性を検証した。今後の課題として、モデルの大域的な変形、モデルの切断処理などが挙げられる。

参考文献

- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka, “Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design”, ACM SIGGRAPH’99, pp.409-416, 1999.
- [2] 小林大吾, 水野慎士, 岡田稔, 鳥脇純一郎, 山本真司, “筆圧に基づく操作の強さを考慮した仮想彫刻・版画システム,” インタラクション 2005 論文集, pp.43-44, 2005.
- [3] 堀川彬夫, 松田浩一, “ペンの傾き・筆圧を考慮した 2.5 次元入力モデリング,” NICOGRAPH, pp.103-108, 2005.