



## 身の回りのモノを用いたデジタルペインティングによる 創造性発揮支援

東京農工大学大学院工学研究院 先端情報科学部門

准教授 藤波 香織

### 1. はじめに

実世界の絵画的表現には、鉛筆や絵筆のような専用の道具を用いるだけでなく、イモ判や押し花アートのように身近なモノを押しつけ・貼り付けたり、道端の石で路面に絵を描いたり、とその表現は無数にある。一方、デジタルペインティングでは一般に、ペンタブレットのような専用の入力装置が用いられ、デッサンや水墨画のような表現も筆圧感知と画像処理により実現される。書き味の触覚的な違いも将来的には触覚フィードバックにより提供可能になる。しかし、冒頭のような表現や体験に至るには、ギャップが残ると考えられる。本研究では、デジタルならではの加工の容易さ・多彩さという特長を生かしつつ、身近なモノを用いることによる創造性発揮を可能とする描画ツール (UnicePaint) の開発を目的とし、特に描画面に接触した物体の色や模様、入力圧の取得とその反映方法を開発した。

### 2. UnicePaint の機能とその実現

UnicePaint はユーザー任意の実物体で描画面をなぞったりスタンプのように押し付けることで創作を行う。物体そのもので描いている感覚を提供するために、

- 1) 入力物体の平面接触形状の取得と反映
- 2) 入力物体が平面に接触する色の取得と反映
- 3) 入力時に平面にかかる力の取得と反映
- 4) 入力箇所と同一場所への即時的描画出力
- 5) デジタルペイント特性としての編集機能付与

の 5 つの主要機能を定義し開発を行った。

1) では、赤外線を用いたマルチタッチセンシングで用いられる FTIR 方式を用いて物体のうちで描画平面に接している部分のみの取得を行う。ただし、物体の材質やユーザーの入力動作によって密着が弱くなるとパネルと接触しているにもかかわらず FTIR が反応しないために、FTIR 方式では反応していないが実際には接触している部分を「軽度接触形状」として補助的に取得する方法を考案した。この手法では、パネル表面から漏れ出した赤外線が物体に反射してパネル表面に映る性質を利用し、赤外線画像の二値化の際の閾値を調整する。

2) の実現に際して、描画フィードバックに背面投影を使用するために、そのまま撮影すると RGB カメラに 4) で必要となるプロジェクタからの投影光が映り込んでしまうことが問題であった。投影と撮影の干渉抑制をフリッカレスで実現するために、接触している部分のみ投影情報がない単一光の状態にして投影したものを撮影する「選択的投影撮影法」を開発した (図 1 参照)。この手法は、赤外線カメラにより取得される接触形状画像 (B) をマスクのように用いて、前フレームの描画結果画像 (A) から接触形状部分をくり抜いた画像 (D) を作成して投影する。くり抜かれた部分には描画結果画像の投影光が重ならないため、取得カラー画像 (E) のように接触面の接触部分の色が RGB カメラにより撮影できる。また、ユーザには物体の接触部分は見えないため、くり抜き画像投影によって描画結果フィードバックが阻害されることがない。色調整画像 (C) は投影面上におけるプロジェクタ投影による反射光強度と物体自体の影による取得画像の明度の低下を抑えるために用いる。

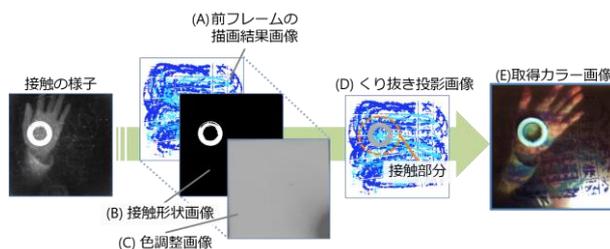


図 1 選択的投影撮影法による接触色取得の流れ

3) では、感圧センサから取得した圧力を、色画像の HSV 色空間における彩度、HLS 色空間における彩度、明度、および輝度のいずれかの反映要素に割り当てる機能を用意し、利用時に好みに応じて使い分ける。

4) については明快な操作性実現のために液晶タブレットのような入力位置と同一箇所をリアルタイムに描画結果の出力を行う。ただし、1) および 2) のように入力平面への接触部分に関する情報取得のためには、平面の下側からのカメラ撮影が必要であるため、出力面として液晶を用いることはできない。よってプロジェクタに

よる投影を用いた。さらに、手や物体によるオクルージョン回避のため入力平面の下側からの背面投影を行う。

5) では、様々な処理が可能なデジタル画像の特性を活かし、描画過程をやり直せるなど実世界での創作では行えない編集を可能にし、表現の自由度を提供する。

UnicrePaint は、図2にみられるように入出力パネル、接触面取得のための赤外線(IR)カメラ、接触面の色取得のための RGB カメラ、描画フィードバック投影のためのプロジェクタ、制御用 PC で構成されている。入出力パネルは、FTIR パネル、背面投影スクリーン、および感圧センサで構成されている。なお、OpenCV3.1 で提供されている TAPI により CPU と GPU を透過的に利用した高速計算を行ない、OpenGL による高速な画像描画出力を行っている。これにより、約 40 fps での高速度の入出力を実現した (CPU のみでは 7 fps)。

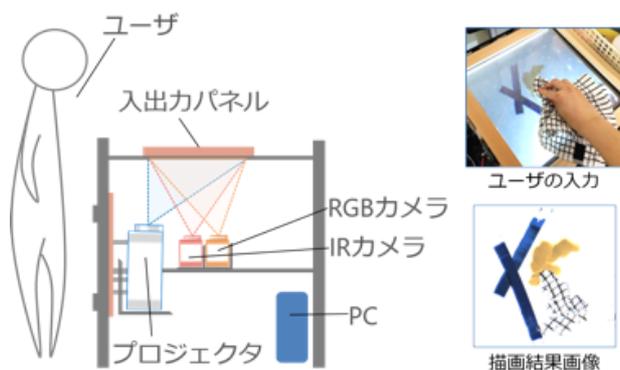


図2 システムの構成 (左) と入出力の例 (右)

### 3. 実験

物体を使う創作というコンセプトの妥当性と、システム機能の有効性評価のため、20代の学生と社会人15名(女性12名、男性3名)が日常生活で身の回りがあると想定される物体35種類の中から自由に選んで作画した。

その結果、物体を用いる創作が試行錯誤体験や実世界ではできない意外性を伴う描画体験、自身が操作している感覚が、ユーザに楽しさを提供することが分かった。また、被験者は物体の形状や色、圧力によって多様な入力動作が観察された(図3および4)。加えて創作に用いる物体探索の過程がユーザに作品や創作方法に関する発想を刺激することが示された。

被験者からの意見、および創作過程の分析により、「物体で描いている感覚」の提供には、手に持っている物体について形状、色・模様、描画反映、入力にかかる圧力による濃淡反映の3つの全ての要素のリアルタイムな取得と反映の有効性が明らかとなった。これらによって、本システムがユーザの創造性を支援する創作の提供を実現できたことが示唆された。



(a) 底を押し付ける (b) ふたを押し付ける (c) 側面を押し付ける

図3 同一物体による様々な入力動作



(a) 指でこすりつける (b) ビニールテープでこする (c) コップを転がす

図4 薄い物体の多様な押しつけ方

### 4. UnicrePaint の可能性

2回の展示発表を通じて得られた意見より、UnicrePaint が実現した物体を用いた創作の有用性が期待される場面として、子ども向けの教育現場が挙げられる。UnicrePaint での創作では物体を探索する過程があることから、身の回りの環境の理解や認識に効果的であると思われる。また、物体を用いることによる試行錯誤の体験は、物事に対して工夫したり、望む結果のために色々な手段を試してみる、という自ら考える経験を提供する創作として有用であるといえる。また、本システムによる創作は筆やペンで絵を描くような手先の器用さを必要としないため、力の弱い人でも創作を楽しめることから、高齢者施設などにおけるリハビリテーションなどへの応用も考えられる。この根底には「創作にどんな物体を使ってもよい」という本システムの特徴が見て取れる。

また、デジタルツールの拡充によるさらなる表現の自由度拡大が期待される。本システムではデジタルペイントの利点を活かすため「戻る」「描画色変更」などのツールを実装し、評価実験において効果的に用いられた。さらに、描画に用いた物体や描画内容を認識・理解して描画内容が変化するようなインタラクティブ性の強化やアニメーションの生成など、デジタル化されていることを活かした機能の付与により、様々なコンテンツへの活用も期待される。さらに、創作過程の記録と要約により体験そのもののコンテンツ化も考えられる。

### 5. 成果発表

情報処理学会エンターテインメントコンピューティング研究会第43回発表会にて口頭発表を行った。また、ヒューマンインタフェースシンポジウム2016およびインタラクティブ2017にてデモ発表を行い、インタラクティブ2017では「インタラクティブ発表賞(PC推薦)」を受賞した。