

シーン自動認識を用いたお絵描きシステム

水野 慎士^{1,a)} 宮澤 陽介²

概要: ペンやクレヨン, 絵の具でお絵描きは誰もが経験したことがある最も身近な芸術制作の一つである。そして, お絵描きはスケッチブック上に留まらず, 身の回りの様々なものをキャンバスにして楽しむことができる。例えば, 砂浜や結露を指でなぞったり, 黒板に落書きをしたりすることは, 多くの人が経験していることである。また近年はシャッターにスプレーで絵を描くことも芸術の一つとして認められつつある。お絵描きはCGやデジタルコンテンツ分野でも注目を集めており, 数多くの手法やデジタルシステムが提案されている。そして, スケッチブック以外の身近なものを対象としたデジタルお絵描きシステムもいくつか提案されている。そこで, 本研究では身近なものに対するお絵描きを対象とした新しいデジタルシステムを提案する。このシステムはカメラで取り込んだ砂や風景などのシーンを識別して, シーンに適したお絵描きを対話的に行うもので, スケッチブック以外の身近な物に対するお絵描きを仮想的に体験することが可能である。

A Sketchen System with Automatic Scene Discrimination

MIZUNO SHINJI^{1,a)} YOUSUKE MIYAZAWA²

Abstract: Drawing with pens and crayons or painting are easy to start for everyone and it is one of the most popular art works. We can draw or paint pictures not only on sketchbooks but also on many things around us. For example, many people have experiences of drawing a picture on a beach or a clouded window with a picture, and drawing picture on a blackboard with chalks. Painting pictures on shutters with color sprayers is also one of art works recently. Sketching attracts attentions in the field of creating digital contents, and a lot of computer applications which enables us to create 2D / 3D CG with drawing operations have been developed. Some digital applications on which a user can draw on a clouded window or a carpet have been developed. Thus we propose a novel digital system on which a user can enjoy virtual drawing on many things around us in this paper. The system distinguishes pictures taken by a camera and a Kinect, and a user can draw on the pictures in suitable ways for the pictures interactively. This system enables us to draw pictures on many things virtually.

1. はじめに

ペンやクレヨン, 絵の具を用いてスケッチブック等にお絵描きすることは, 誰もが経験したことがある最も身近な芸術制作の一つである。そのため, スケッチブックへお絵描きするような感覚でCGを制作できるコンピュータアプリケーションが数多く開発されている。例えば, 二次元スケッチオペレーションから三次元CGを生成するアプリ

ケーション [1] や, 空中へお絵描きができるアプリケーション [2], スケッチブックにお絵描きすることで三次元CGを生成するとともにお絵描きとのインタラクションを実現したアプリケーション [3] などが報告されている。

一方, お絵描きはスケッチブック上に留まらず, 身の回りの様々な物をキャンバスにして楽しむことができる。例えば, 砂浜や窓の結露を指でなぞって絵を描いたり (図1), 黒板に落書きをしたりすることは, 多くの人が経験していることである。また, シャッターにスプレーで絵を描くことも「シャッターアート」として芸術の一つとして認められつつある。そのため, スケッチブック以外の身の回りの身近なものに対するお絵描きにデジタル技術を活用した例

¹ 愛知工業大学
Aichi Institute of Technology

² NTT ネオメイト
NTT Neomeit

^{a)} s_mizuno@aitech.ac.jp



(a) 砂へのお絵描き . (b) 結露へのお絵描き .

図 1 身近な物に対するお絵描き例 .

も報告されている．例えば，“ケツログラフィティ”はディスプレイ上に結露による画像を発生させたり，指でなぞって結露画像を加工できるシステムである [4]．また“Graffiti Fur”は絨毯などの毛羽立ちを制御して模様を描画できるシステムである [5]．このような身近な物に対するお絵描きは普通のお絵描きとは異なる雰囲気や面白さがあり，これにデジタル技術を活用することは，新たなアート表現としての可能性を持つと言える．

そこで，本研究では身近な物に対するお絵描きを対象とした新しいデジタルシステムを提案する．このシステムはカメラで取り込んだ砂や風景などのシーンを識別して，シーンに適した対話的なお絵描きを実現するものである．このシステムにより，スケッチブック以外の様々な身近な物に対するお絵描きや落書きを仮想的に体験することが可能となる．

2. システムの概要

図 2 に本研究で提案する背景画像自動認識を用いたお絵描きシステムの概要を示す．本システムは PC と Web カメラ，Kinect で構成されている．初めにユーザは周囲のお絵描きができそうな対象や風景を Web カメラで撮影する．このとき，Kinect を用いて対象の深度画像も取得する．次にシステムは対象画像の二次元的および三次元的な特徴抽出を行って，あらかじめ用意されているいくつかのシーンの中から該当するものに分類する．現在，画像や形状の特徴量を用いて分類するシーンは「シャッター」「砂」「黒板」「夜景」「雪」「平面」の 6 種類である．これらに分類できなかった場合は，画像を白く曇らせる変換を施した上で「結露」に分類する．

シーン識別が完了すると，ユーザはマウス操作やタブレット操作を行うことで，対象画像をキャンバスとした対話的なお絵描きが可能となる．このとき，描画に使用する道具や表現方法はシーンに応じて変化する．すなわち，砂の画像をキャンバスとして用いた場合には砂を掘るような表現でお絵描きをすることができ，シャッターの画像を用いた場合にはスプレーを用いたシャッターアートを仮想的に体験することができる．描写時にはシーンに対応した効果音を入れることで，より臨場感を出すこともできる．

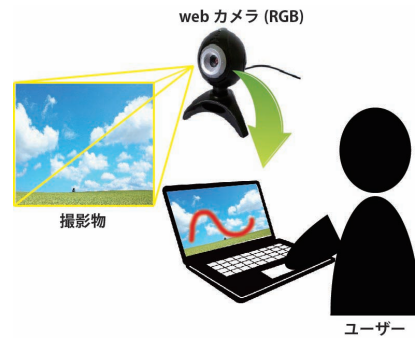


図 2 システムの概要 .

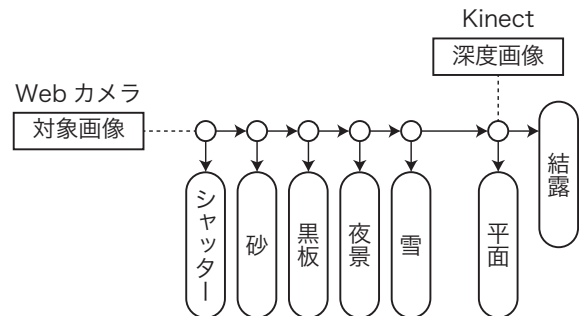


図 3 シーン分類の流れ .



(a) 対象画像 .

(b) 水平方向直線の検出 .

図 4 「シャッター」の識別 .

3. システム実現方法

3.1 シーン分類

画像識別によるシーン分類では，対象画像が「シャッター」「砂」「黒板」「夜景」「雪」「平面」に該当するかどうか順番に逐次判定していく．そして，あるシーンに該当していると判定された場合には，その時点で対象画像のシーンを決定して識別処理を終了する．そして，いずれのシーンにも該当しなかった場合には「結露」シーンと決定する．図 3 にシーン分類の流れを示す．

「シャッター」は，対象画像中に含まれる水平方向の直線の本数に基づいて判定する．まず，対象画像にグレースケール変換およびエッジ検出処理を施した画像に対して，Hough 変換を適用して直線を検出する (図 4)．そして，水平軸との角度 θ (度) がしきい値 θ_t 以下の直線の本数 n を求める． n がしきい値 n_t よりも大きい場合，対象画像が「シャッター」シーンであると判定する．

「砂」は，対象画像の濃度値分布に基づいて分類する．

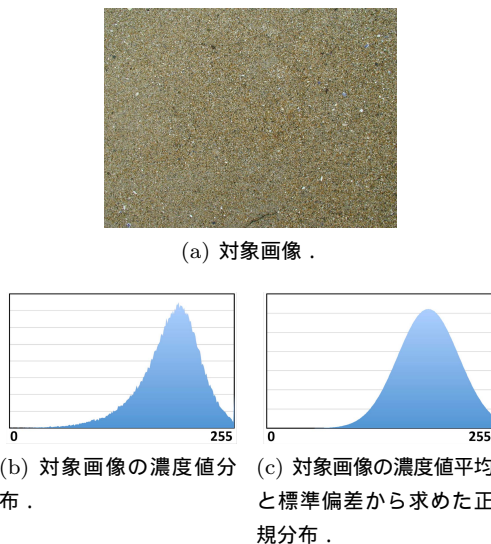


図 5 「砂」の識別 .

そのため、対象画像をグレースケール変換した後、濃度値分布ヒストグラムを求める。また、画像全体の濃度値の平均値と標準偏差から正規分布を求める (図 5)。そして、画像の濃度値分布ヒストグラムと正規分布との一致度 $m(0 \leq m \leq 1)$ を求める。 m がしきい値 m_t よりも大きい場合、対象画像が「砂」シーンであると判定する。

「黒板」は、対象画像の各画素の色相に基づいており、黒板の緑色に近い色相を持つ画素の個数に基づいて判定する。つまり、黒板の色相を h_g 、しきい値を h_t として、各画素の色相 $h(0 \leq h \leq 360)$ について、 $h_g - h_t < h < h_g + h_t$ を満たす画素数 p がしきい値 p_{t1} よりも大きい場合、対象画像が「黒板」シーンであると判定する。

「夜景」は、対象画像の明度に基づいて判定する。画像全体の明度の平均値 $v(0 \leq v \leq 255)$ がしきい値 v_{t1} よりも大きい場合には「夜景」シーンであると判定する。

「雪」は、対象画像の彩度と明度に基づいて判定する。各画素の彩度 $s(0 \leq s \leq 255)$ としきい値 s_t 、明度 $v(0 \leq v \leq 255)$ としきい値 v_{t2} について、 $s > s_t$ かつ $v > v_{t2}$ を満たす画素数 p がしきい値 p_{t2} よりも大きい場合、対象画像が「雪」シーンであると判定する。

「平面」は、Kinect で得られる対象の深度画像に基づいて判定する。初めに画面中央付近の 3 点の三次元座標を取得して、その 3 点から平面を生成する (図 9)。そして、深度画像各画素と得られた平面との距離 l を調べる。距離のしきい値 l_t に対して、 $l < l_t$ を満たす画素数 p がしきい値 p_{t3} よりも大きい場合、対象画像が「平面」シーンであると判定する。

そして、以上のシーン識別処理においていずれのシーンにも分類されなかった場合には、「結露」シーンとして分類する。

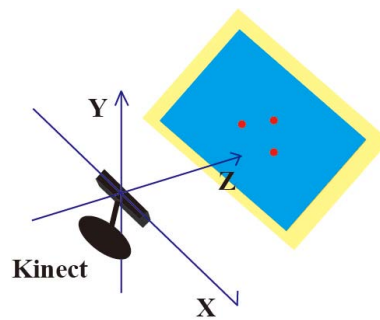
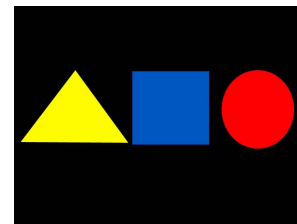
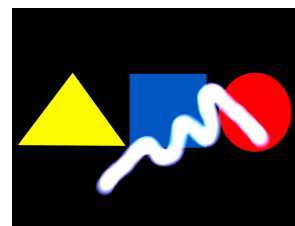


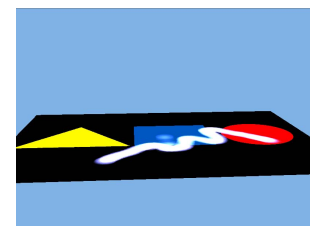
図 6 「平面」の識別 .



(a) 対象画像を貼り付けた仮想キャンバス .



(b) 対象画像への追加描画 .



(c) 対象画像への追加描画 (別視点) .

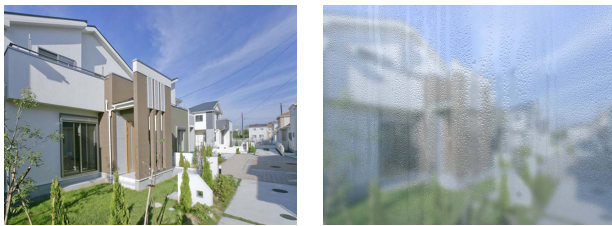
図 7 仮想キャンバスのテクスチャ更新 .

3.2 描画および効果音の生成

システムは、三次元空間内に三角形格子で構成された平面に対して、Web カメラで撮影した対象画像をテクスチャとして貼り付けて、仮想キャンバスを作成する。そしてユーザがマウスやタブレットでスケッチ操作を行うと、分類された対象画像のシーンに応じて、テクスチャ画像の更新、三角形格子面の変形、三次元物体の追加、を行うことによってお絵描きの描画を行う。

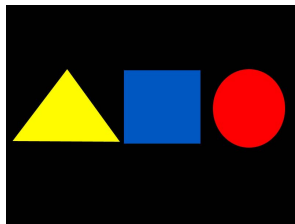
テクスチャ画像の更新は「シャッター」「夜景」「黒板」「結露」と判定されたシーンにおいて行う。ここでは、仮想キャンバスに貼り付けたテクスチャ画像に対して、シーンに応じた重ね描きを実施する。図 7 にテクスチャ更新の様子を示す。

「シャッター」では、スケッチ操作のポインタ座標を中心とした円内にランダムドットを描画することで、スプレーで描いたような表現を実現している。スプレーの色は 3 色の中から選択可能である。「黒板」では、ポインタ座標を中心に白色の円盤を描画することで、チョークで描いたような表現を実現する。「夜景」では、ポインタ座標を中心として外側ほど明度が小さくなる白色の円盤を描画すること

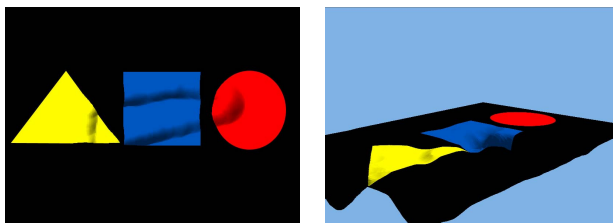


(a) 対象画像 . (b) 対象画像の変換と水滴画像の付加 .

図 8 「結露」画像の生成 .



(a) 対象画像を貼り付けた仮想キャンパス .



(b) 三角形格子面の変形 . (c) 三角形格子面の変形 (別視点) .

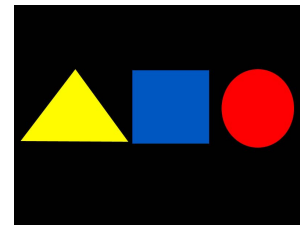
図 9 仮想キャンパスの変形 .

で、ネオンサインのような光の筋を描画している .

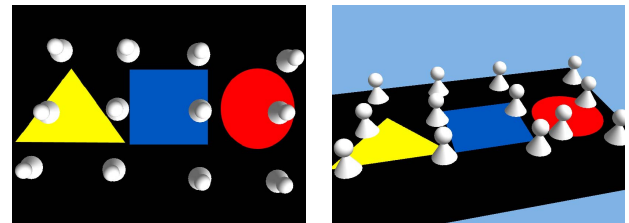
「結露」シーンと判定された対象画像に対しては、あらかじめガウシアンフィルタ、コントラスト変調、明度変調を施した後、水滴画像を合成することで、図 8 に示すような結露した窓を通して見たような画像を生成してから、仮想キャンパスにテクスチャとして貼り付ける . そして、ユーザがスケッチ操作を行うときに、ポインタ座標周辺のテクスチャ画像を元画像に置き換えることで、結露を指でなぞって消すような表現を実現する .

三角形格子面の変形は「砂」「雪」と判定されたシーンにおいて行う . ユーザがスケッチ操作を行っているポインタ座標周辺で三角形格子面を放物面状に三次元的に変形させることで、指で砂や雪をでなぞってお絵描きをしたような表現を実現している . 図 9 に三角形格子の変形による表現の例を示す . このとき、同じ場所を複数回スケッチ操作することで変形量は大きくなり、深く掘って描画したような表現となる . そして「雪」シーンの場合は深く掘り進めることで地面が見れる演出を行う .

三次元物体の追加は「平面」と判定されたシーンで行う . ユーザがスケッチ操作を行っているポインタの三次元座標を取得して、その座標においてシーン判定で用いた平面に



(a) 対象画像を貼り付けた仮想キャンパス .



(b) 三次元物体の追加 . (c) 三次元物体の追加 (別視点) .

図 10 仮想キャンパスへの三次元物体の追加 .

垂直な方向に三次元物体を追加する . 図 10 に三次元物体追加の様子を示す .

システムでは、シーンに応じて描画時に発生する音を再現する . そのため、スプレーを噴射する音、チョークが擦れる音、結露したガラスをなぞった音などの音源を用意している . そして、ユーザがスケッチ操作を行うと、シーンに応じた音源を連続再生することで描画時の効果音を実現している .

4. 実験

本論文で提案した手法を MacBook (Core 2 Duo 2.26GHz, 4GB メモリ) に実装して、プロトタイプシステムを開発して実験を行った . システムの実装は C++ を用いており、対象画像の取得と分類には OpenCV, Kinect による深度画像取得には OpenNI, 仮想キャンパスの生成と描画画像生成には OpenGL, 効果音生成には OpenAL を用いている . Web カメラで撮影する対象画像は 1280×1024 画素で、深度画像は 640×480 画素である . また、仮想キャンパスは $800 \times 600 \times 2$ の三角形格子で構成されている . シーン判定のしきい値としては、 $\theta_t = 10$, $n_t = 4$, $m_t = 0.82$, $h_g = 140$, $h_t = 20$, $p_{t1} = 320000$, $v_{t1} = 70$, $s_t = 20$, $v_{t2} = 220$, $p_{t2} = 320000$, $l_t = 50$, $p_{t3} = 70000$ としている . なお、「平面」シーンではジャンプ動作を行う簡易的な三次元人体モデルを配置している .

図 11 に提案システムを用いて身近なものに対して仮想的にお絵描きを行った実験例を示す . シャッターを撮影した場合には自動的に「シャッター」シーンであると判定して、スプレーによるシャッターアートを効果音も含めて仮想的に体験することができた (図 11(a)) . 運動場の地面を撮影した場合には「砂」シーンであると判定されて、砂を指でなぞるようなお絵描きを仮想的に体験できることを確認

した(図 11(b)). 板の間を撮影した場合には「平面」と判定されて, 人文字のような絵を対話的に描画できることを確認した(図 11(e)). また, 用意したいずれのシーンにも分類されなかった場合には「結露」シーンとして撮影した対象画像に仮想的に結露を発生させ, 曇ったガラスを指でなぞるような絵を仮想的に体験できることを確認した(図 11(f)).

なお, 想定したシーンに分類されない場合もあるが, 提案システムの目的としては必ずしも完璧なシーン分類は必要ないと考えている. そして想定外のシーンに分類された場合でも意外なお絵描きを楽しめる場合もあった.

5. まとめ

本研究では, スケッチブック以外の身近なものに仮想的にお絵描きを行うことができる新しいデジタルシステムの提案と開発を行った. 実験では, 撮影したシーンを画像的・形状的特徴に基づいて自動的に分類して, そのシーンに適した表現方法で対話的にお絵描きを体験できることを確認した. このシステムにより, 小さな子供からお年寄りまで, 気軽に少し変わったお絵描きを楽しめることが期待できる.

今後の課題としては, 識別できるシーンの追加, タブレットやスマートフォンへの実装などが挙げられる.

謝辞 本研究の一部は科研費基盤研究(C)(26330420)による.

参考文献

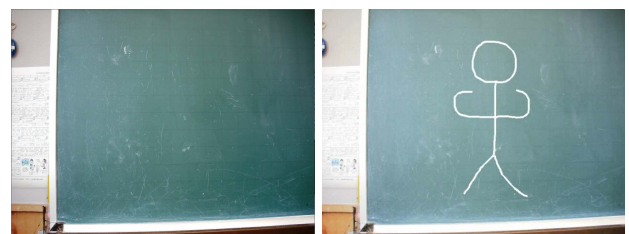
- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka: Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design, proc. of ACM SIGGRAPH '99, pp. 409-416 (1999).
- [2] 石川大, 采原克美, 富澤功: 「フローティングインターフェイス」の開発, PIONEER R&D, Vol. 16, No. 2, pp. 50-61 (2006).
- [3] 近藤菜々子, 水野慎士: スケッチブックでのお絵描きを三次元 CG で拡張する映像ツールの提案とその実現方法, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 1, No. 1, pp. 1-9 (2013).
- [4] 宮崎陽平, 安藤正宏, 藤田悠矢, 羽鹿諒, O. Merrielle, 伊藤雄一: ケツロググラフィティ: 結露を用いたインタラクティブディスプレイ, エンターテインメントコンピューティング(EC2013), pp. 238-241 (2013).
- [5] 戸田光紀, 杉浦裕太, 平場吉揮, 稲見昌彦: Graffiti Fur: 柔軟物の毛羽立ちを利用した描画手法, エンターテインメントコンピューティング(EC2013), pp. 317-323 (2013).



(a) 「シャッター」の場合.



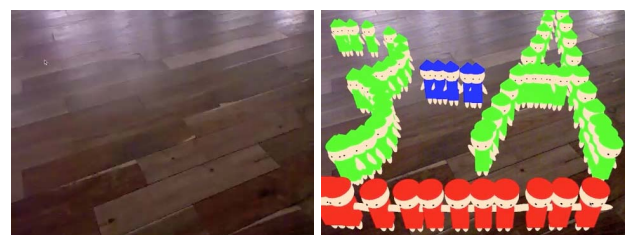
(b) 「砂」の場合.



(c) 「黒板」の場合.



(d) 「雪」の場合.



(e) 「平面」の場合.



(f) 「結露」の場合.

図 11 提案システムによる仮想的な身近な物へのお絵描き実験例.