

AR空間におけるリアルタイム3Dライトペインティングの構想

天野憲樹^{†1}

光の軌跡で描くライトペインティングの制作にはカメラの撮影テクニックに加え、周囲の明るさなどの条件が付く。また、ライトペインティングはリアルタイムに作品を見ることができず、作品を再現することも難しい。そのうえ、3次元の空間で制作されるにも関わらず、作品は2次元の枠を超えることができない。本研究では、こうしたライトペインティングの問題をAR（拡張現実感）空間において解決することを目指す。

Towards Real-time 3D Light Painting in AR Space

NORIKI AMANO^{†1}

In the production of light painting, there are some conditions such as camera techniques, brightness of surroundings. Then, we cannot see works of light painting in real-time, and it is hard to reproduce them. Moreover, they are produced in 3 dimension; nevertheless they are finally 2 dimension. In this work, we aim to realize a method to solve such problems of light painting in AR (Augmented Reality) space.

1. はじめに

ライトペインティングとは、光の軌跡で描く絵や模様、あるいはそれらの描画を意味する。色彩豊かで鮮やかなライトペインティングの作品は見る人を惹きつけるものであるが、その制作にはカメラの撮影テクニックに加え、周囲の明るさなどの条件が付く。また、ライトペインティングはその原理上、リアルタイムに作品を見ることができず、同じ作品を再現することも難しい。さらに、3次元の空間で制作されるにも関わらず、出来上がった作品は2次元の枠を超えることができない。

本研究では、このようなライトペインティングの問題をAR (Augmented Reality) [1]空間において解決することを目指す。鍵となるアイデアはモーションセンサーを用いてライトペインティングの制作過程をパソコンに取り込み、光源の位置検出と追跡を行うと同時に、取り込んだ動画像をリアルタイムに加工することである。つまり、パソコンのモニターを通して見るAR空間でライトペインティングの問題を解決する。これによりライトペインティングの作品がリアルタイムかつ立体的に楽しめるだけでなく、その制作も容易かつ先進的なものになる。

2. ライトペインティング

ライトペインティングの原理は暗所で光源を動かし、光の軌跡を描くことであり、基本的に移動可能な光源とカメラがあればライトペインティングの作品は制作可能である。

2.1 ライトペインティングのツール

ライトペインティングの光源としては、古くは懐中電灯から最近ではスマホまでさまざまな機器が利用可能である。

きれいな作品の制作には輝度の高い光源が望まれるが、輝度の高さは制作時における周囲の明るさにもよる。基本的には、周囲の明るさに対して十分な輝度を持つ光源があれば、どのような機器でも問題はない。特に、最近ではライトペインティング専用のスマホアプリもあり、ツールとしてスマホを用いることも可能になっている。

我々は pixelstick (図 1,2) [2]というライトペインティング専用の機器を利用している。これは Bitbanger Labs 社の製品で、187cm、3.5Kgのスティック状のツールであり、単3乾電池8本で駆動する。pixelstickには198個のLEDが内蔵されており、複数の光彩パターンを表現できる。



図 1 pixelstick

Figure 1 pixelstick

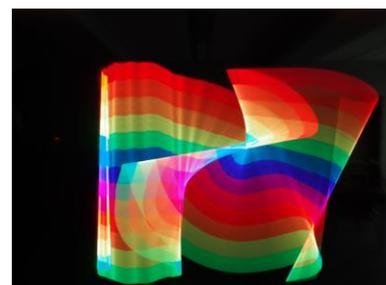


図 2 pixelstickによるライトペインティング

Figure 2 A light painting by using pixelstick

^{†1} 武庫川女子大学
Mukogawa Women's University

2.2 ライトペインティングに必要なこと

前述したようにライトペインティングに特殊な機材は必要ないが、撮影に際し、以下が必要になる。

- ① 撮影に適した場所・時間帯
- ② カメラの撮影テクニック

光の軌跡にもとづくライトペインティングは基本的に暗所が前提となる。それゆえ明るすぎる場所での撮影は難しい。専用のスタジオでもあれば良いが、そうでない場合、撮影の時間帯なども問題になる。

また、カメラの撮影テクニックとして、デジタル・アナログを問わず、長時間露光撮影が必須となる。これは長時間に渡ってシャッターを開いたままにすることで、物体の軌跡などを写す撮影テクニックであり、天体写真などで星の動きを表現する場合にも多用される。

以上のことは、言い換えると、ライトペインティングを行う際の制約と言える。たとえば、日中の屋外で撮影することは極めて困難であると言わざるを得ないし、長時間露光撮影ができないコンパクトデジカメなどは使えない。

3. ライトペインティングの問題

これまでの経験から、我々はライトペインティングにおける以下の点を問題視している。

- ① 暗所でなければ制作は困難
- ② リアルタイムに作品を見ることができない
- ③ 作品の再現が困難
- ④ 最終的な作品は2次元

前節でも述べたように、ライトペインティングは暗所での撮影が前提となる。言い換えれば、撮影の場所と時間が始めから制限されている。とりわけ、夏季は撮影可能な時間が必然的に短くなる。屋内の撮影にしても、動き回るための十分なスペースが必要になる。

リアルタイムに作品を見ることができないという点も制作者にとって非常に大きな問題である。これはどういう作品ができるか最後まで分からないということである。ライトペインティングの制作過程をビデオで撮影することはできるが、その動画にライトペインティングの作品を見ることはできない。ライトペインティングは長時間露光することによってはじめて描かれる写真だからである。

このようなリアルタイムに作品を見ることができないという問題は再現性にも通じる問題である。途中段階の作品を見ることができないため、制作者自身もどのように作ったか分からないという状況に陥る。それゆえ、ライトペインティングはやり直しの利かない一発勝負になる。

最終的な作品が2次元になる点も我々には不満であった。ライトペインティングは3次元空間で光源を動かすことにより作られるため、最終的な作品も立体的なものである方が自然であり、味わい深いものになると考えられる。

4. 本研究のアプローチ

4.1 基本アプローチ

前節で述べたライトペインティングの問題に対し、本研究では以下のアプローチを採り、解決を目指す。

- ① モーションセンサーの導入
- ② AR (拡張現実感) の導入

まず、モーションセンサーを導入することで、光源の動きをキャプチャーし、作品のリアルタイムな可視化と立体化に必要なデータを採取する。また、このデータを保存することで作品の再現も可能になる。モーションセンサーによって明るい場所での撮影も可能になるが、逆に暗所における光源の位置検出が困難になる可能性もある。

次に、ARの導入であるが、これは特定のAR技術を導入するというのではなく、AR的に問題を解決することを意味する。つまり、現実世界での問題解決ではなく、パソコンなどのモニターを通して見たAR空間の中で問題を解決するということである。具体的には、パソコンの中でライトペインティングの作品をリアルタイムかつ立体的に見ることができるようにする。

4.2 想定する機材・ソフトウェア

前節で述べた本研究の基本アプローチを実現するために、以下の機材とソフトウェアの利用を検討している。

- ハードウェア：Kinect
- ソフトウェア：Processing, openFrameworks など

KinectはMicrosoft社が制作販売するモーションセンサーであり、既に普及しているコンシューマー製品である。

Kinect[3]を利用することで、光源の動きをキャプチャーすることができるのはもちろんのこと、Kinectに内蔵されている深度センサーにより、奥行のデータも取得することができる。つまり、ライトペインティングの立体化に必要なデータが採取できるようになる。さらに、Kinectを使うことで明るい場所での撮影も可能になる。むしろ暗所での撮影が問題になるが、Kinect v2は赤外線ビームが届く範囲内の物体を認識することができ、暗所にも比較的強いという特徴を持っている製品である。

Kinectから得られるデータを処理するソフトウェアとしては、Processing[4]やopenFrameworks[5]などを検討している。これらの言語処理系はKinectと連携できるのはもちろんのことメディア・アートの制作などで多用され、使い勝手の良さにも定評がある。本研究のツールとして見た場合、両者にはほとんど差はない。どちらも十分な機能を有する。

4.3 実装の基本方針

現在、本研究のアプローチを実装する手法について検討している。その基本方針は以下の通りである。

- 光源の位置検出と追跡：Kinectを利用
- リアルタイムな映像：Kinectを利用
- 光源の軌跡の描画：Processing等を利用

基本的に Kinect から光源の xyz 座標を取得し、Kinect によるリアルタイムな映像に重ね合わせるように、光源の軌跡を Processing などて描画する。Processing は Kinect 用のアドオン（拡張プログラム）があり、Kinect と連携させることができる。光源の z 座標（奥行）のデータも Kinect の深度センサーにより得られる。明るい場所での撮影では、光源を持って動く人間も映像に映ってしまうが、適切な画像処理等により人間だけを消去することもできるし、リアルタイムの映像を取り込まないという選択肢もある。

以上から、パソコン上で立体的なライトペインティングがリアルタイムに楽しめるようになる。

5. 利用のシナリオ

本研究で実装するプログラムを利用することで、ライトペインティングの撮影は以下ようになる。

- 光源を動かす者
 - 光源を持って動く
 - 撮影者
 - Kinect の接続されたパソコンを用意する
 - Kinect と本研究のプログラムを起動し撮影する
- ここで注意すべき点は、以下の通りである。
- 撮影時の明るさや場所を考慮しないで良い
 - 撮影のカメラは不要である
 - 長時間露光撮影は不要である

従来のライトペインティングでは前提とされたことがほぼすべて不要になる。原理的に光源の位置と動きさえ検出できれば良いため、光源の輝度も問題にならない。

しかし、撮影は Kinect が物体を認識できる数メートルの範囲に制限される。それゆえ、規模の大きなライトペインティングは実現できない。

6. 考察

本研究のアプローチにもとづくライトペインティングは純粋なライトペインティングとは似て非なるものである。実際、撮影にカメラを要さず、最終的な作品も写真ではない。これに違和感を覚える者がいても不思議はない。従来のライトペインティングなら高所から撮影することで制作できる大規模なライトペインティングも実現できない。

しかし、我々がライトペインティングの制作において感じたフラストレーションを払拭できるアプローチであることも事実であり、カメラに詳しくないライトペインティング初心者に対する技術的なハードルを下げる効果もある。

また、我々が調べた範囲では、関連する研究も見当たらなかった。そもそもメディア・アートの作品として位置づけられるライトペインティングは作品の制作が重視され、研究の対象にはなりにくいかもしれない。

7. おわりに

本論文では、モーションセンサーと AR を使った先進的なライトペインティングを実現する手法を提案した。本研究の手法は純粋なライトペインティングの枠を超えるものであり、従来のそれとは似て非なるものであるが、周囲の明るさに左右されず、立体化されたライトペインティングをリアルタイムに見ることができる意義は大きい。

現在は Kinect と Processing を用いてプログラムを実装している段階である。この実装を終えた後、パフォーマンスを測定し、その結果によっては実装の言語処理系を openFrameworks に変えることも検討する。

今後の展開としては、まずプログラムの完成が第一であるが、pixelstick のような光彩パターンをプログラムで実装することを検討している。

参考文献

- 1) Dieter, S. and Tobias, H.: Augmented Reality: Principles and Practice (Usability), Addison-Wesley Professional, 1st edition (2016).
- 2) pixelstick
<http://www.thepixelstick.com>
- 3) 中村薫, 杉浦司, 高田智広, 上田智章: KINECT for Windows SDK プログラミング—Kinect for Windows v2 センサー対応版, 秀和システム (2015).
<http://office.microsoft.com/ja-jp/>
- 4) Casey, R. and Ben, F.: Processing をはじめよう, オライリージャパン (2011).
- 5) 田所淳, 齋藤あきこ: Beyond Interaction : 改訂第 2 版—クリエイティブ・コーディングのための openFrameworks 実践ガイド, BNN 新社 (2013).