

# ライトペインティングによるあやとりアート

水野 善文<sup>1</sup> 和田 真理菜<sup>1</sup> 中野 亜希人<sup>2</sup> 羽田 久一<sup>1</sup>

**概要:** 本稿では、UV-LED と蛍光塗料で塗装した紐を用いる、新しいライトペインティングの方法を提案する。通常のライトペインティングは、LED などの明るい光源を動かし、光の軌跡で書いた文字や絵を撮影する。今回提案する方法では、UV-LED で蛍光塗料で染色した紐を光らせて作品を制作する。本システムは、あやとりライトペインティングを行うために、手の動きで UV-LED を制御する方法を採用した。結果、あやとりらしさを残して安定した写真の撮影が可能になった。

## The Light Painting by a Fluorescence String Figure

YOSHIFUMI MIZUNO<sup>1</sup> MARINA WADA<sup>1</sup> AKITO NAKANO<sup>2</sup> HISAKAZU HADA<sup>1</sup>

**Abstract:** In this paper, we propose a new light painting method using a Ultra-Violet (UV) LED and a string that was painted by fluorescent ink. An ordinary light painting takes a photograph of the path of lights by moving light sources such as LEDs. This system is producing works by taking a string coated with a fluorescent paint glowing with UV-LED. In our system, to take photos of strings, we employ a mechanism to control UV-LEDs with a motion of hands. As a result, our system provides stable light painting photos with fluorescence strings.

### 1. はじめに

あやとりは、紐を輪になるように端と端を結び、指で絡め様々な形を作る遊びである。日本では昔から子供の頃に遊ぶ遊びとして親しまれており、1人で形を作る1人あやとりと、2人で交互に紐を取り合う2人あやとりがある。また、International String Figure Association 国際あやとり協会 [1] によるとあやとりは日本固有の遊びではなく、世界各国に存在し、遊びだけでなく形を伝える手段として用いられる面もある。このようにあやとりは世界中で昔から親しまれているが、一方では子供の遊びとして見られ注目されることは少ない。

ライトペインティングとは、暗い場所で光を動かし、カメラのシャッターを長く開ける長時間露光で撮影することで、図1のように光の軌跡をとらえ、絵や文字を書くものである。



図1 ライトペインティング

Fig. 1 Light painting

あやとりは昔から存在し、多くの人が慣れ親しんできた遊びである。しかし、その子供でも紐さえあれば遊べるシンプルさゆえに、プロや大会が存在する遊びとしての発展や玩具としての広がりがなく、新しい試みがされてこなかった。あやとりの紐は、指と紐が絡み合い複雑に交差するアートである。また、光は重なることで強さを増す特徴がある。この2つの特徴に注目し、複雑な形が重なりあうことで重なった部分が明るく見える写真が取れるのではな

<sup>1</sup> 東京工科大学 メディア学部  
Tokyo University of Technology, School of Media Science.

<sup>2</sup> 慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科  
Keio University, Graduate School of Media and Governance.

いかと考察した。蛍光塗料と UV-LED を使うことで、紐を発光させ光の絵をカメラで撮影できるようにする。この論文では、あやとりとライトペインティングの2つを組み合わせることで、新しいアート作品の制作を試みる。

## 2. 関連研究

技術的革新によりライトペインティングの歴史は紡がれる。Light Painting World Alliance[2]にある従来のライトペインティングでは、シャッターを切るまで光の軌跡を確認することはできない。しかし、LightTracer[3]やGrowdoodle[4]の研究により、軌跡を確認しながらの撮影を可能にした。

Spaxels[5]は、ARS Electronica によるプロジェクトで、数十数百という多くのドローンに LED を取り付け制御することで、空を光の芸術へ変え素晴らしいパフォーマンスを提供することができる。

iPad light painting[6]は、iPadの画面に立体的な文字や絵を輪切りにして映す。連続して次の輪切りを映し、画面を移動させることで、1枚の写真にしたとき空中に光の立体物を描くことができる。従来のライトペインティングは、自分で光源を動かしてアナログ的に絵を描くものだが、これは光源を制御することで技術的に描いている。

このように、近年では技術的にライトペインティングを行う方法が増えてきている。

## 3. あやとりをライトペインティングする方法

システムの概要は図2に示したように、UV-LED[A]の光で発光する蛍光塗料で染色したあやとりの紐、ユーザの動きで制御する UV-LED[B]、動きを取得して UV-LED に情報を送信するウェアラブルデバイス [C] の3つ図3から構成される。

まず、紐があやとりに最適な柔軟性と形状を保ちつつ光らせる方法として挙げられたものが蛍光塗料と蓄光塗料による染色を行った。これらは、紐の柔軟性を損なわず、凹凸を作らないため、あやとりに支障が出ない。この二つを実際に撮影して比較した。蛍光塗料の紐は、蛍光マーカーで着色し UV-LED 数個を机の上で発光させ、その上であやとりの撮影を行った。蓄光塗料の紐は、十分光を当ててから部屋の電気を消し紐の光がなるべく強い状態であやとりの撮影を行った。その結果、蛍光塗料の紐のほうが明るく写った。また、色の豊富さや、試行錯誤の余地、の観点からも蛍光塗料の紐を使用することになった。

ウェアラブルデバイスは、紐の邪魔にならない位置で感度の良い手の甲に指を切った手袋で取り付けた三軸加速度センサーと、三軸加速度センサーと有線でつながっている腕に取り付けた arduino と Xbee、バッテリーで構成されている。UV-LED は、板に14個の UV-LED を2列で等間隔に並んでいる。これらの制御には、Xbee を搭載した

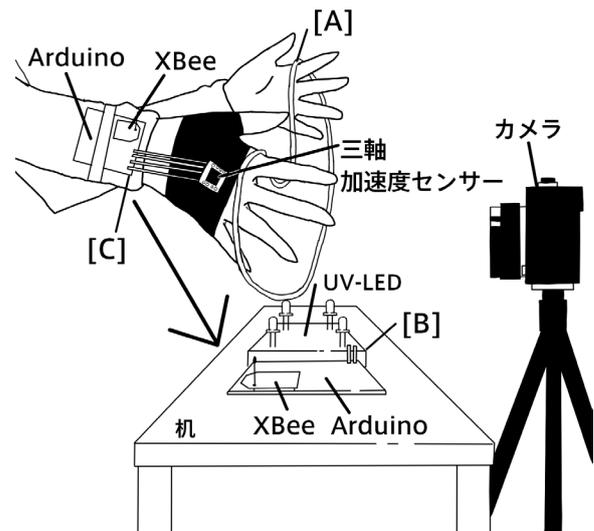


図2 システム図  
Fig. 2 System overview

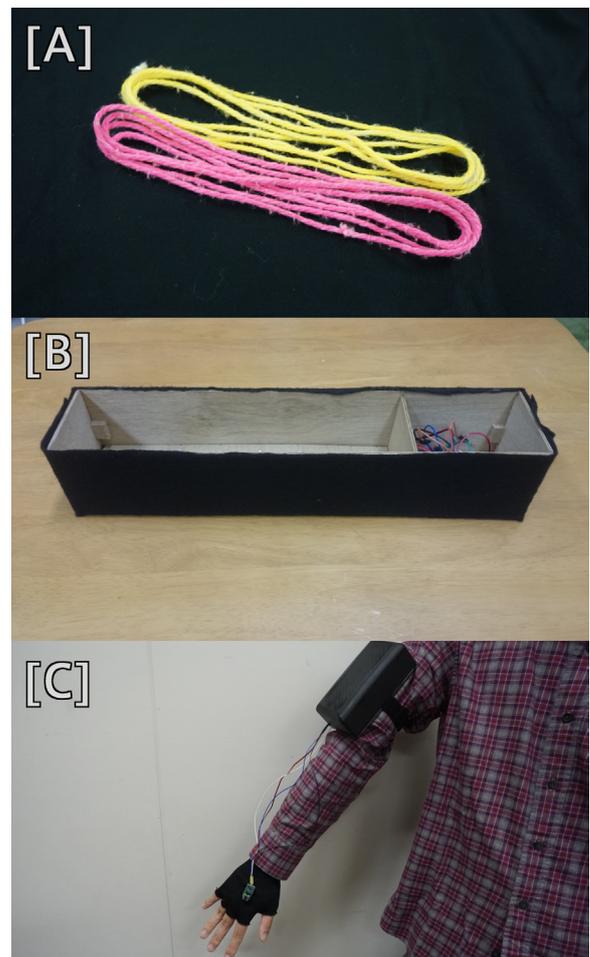


図3 システム構成写真 (A) 紐, (B) UV-LED, (C) ウェアラブルデバイス

Fig. 3 System Components: (A) String, (B) UV-LED, (C) Wearable Device

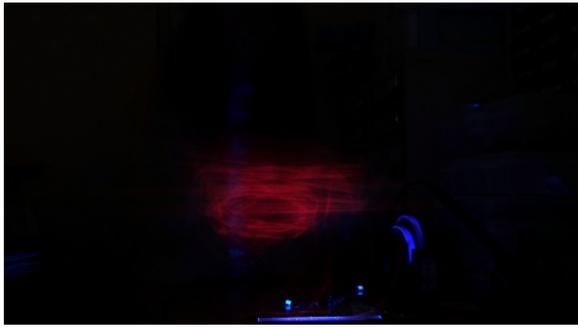


図 4 研究初期のデバイスなしで撮影された写真  
Fig. 4 Rendered Image Without Devices

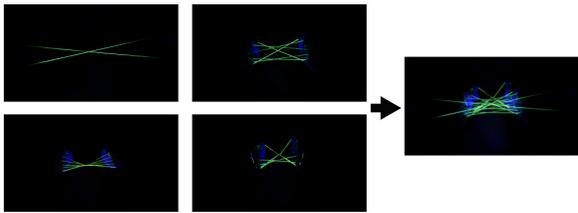


図 5 完成手順予想  
Fig. 5 Conversion Procedure of Pictures

arduino とトランジスタアレイを用いた。UV-LED の電源は 12vDC アダプターを使っている。

UV-LED によって光る蛍光塗料の紐の光は非常に弱く、従来のライトペインティングの手法 [7] では図 4 のように紐が纏れ合ったかのように見え、あやとりとは誰にも分らない。これを改善するために、紐が伸び 1 手順ごとに写ることで図 5 のようにあやとりの形が鮮明に出てくると考えた。

そこで、あやとりの邪魔になりにくいウェアラブルデバイスの制作を行った。三軸加速度センサーを手の甲につけることで、指の動きを正確にモニターし、動いているかどうかを判定する。X, Y, Z それぞれの値を 0.25 秒ごとに取得し前回との差が一定の値を超えていた場合動いていると判定し、UV-LED を消灯する。UV-LED の操作に、三軸加速度センサーを利用した理由は、あやとりの動作だけで制御できるからである。足で押すスイッチなども考えたが、手だけでなく足も使わなくてはいけなくなり、あやとりへの集中が切れてしまう。赤外線カメラで監視する方法では、大掛かりな装置が必要になり、パソコンのモニターの明かりが、ライトペインティングの邪魔になる。

図 6 のプロトタイプでは、腕につけた三軸加速度センサーと UV-LED の制御は 1 つの arduino で行われていた。しかし、腕と机の上の UV-LED が有線でつながっていたためその線が写真に写り込みあやとりの邪魔をしていた。そこで、それぞれを分離し Xbee による無線通信を用い 2 つの arduino を通信させることで問題を解決した。

光の弱さを解決するためにウェアラブルデバイスを作りある程度の明るさを得たが、より強い光が必要だと感じ、

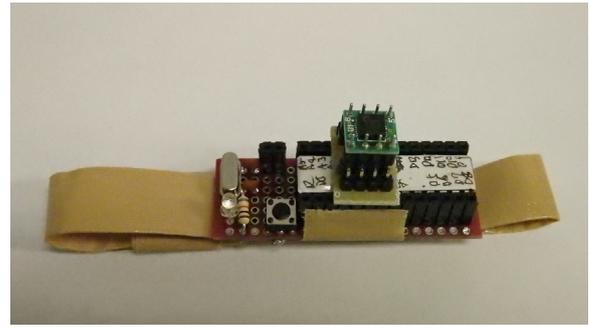


図 6 プロトタイプ (リストバンド型デバイス)  
Fig. 6 Prototype device

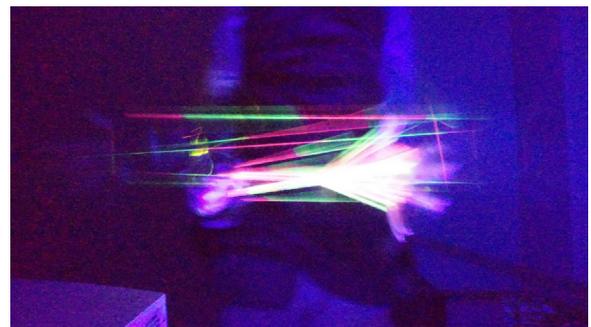


図 7 ノイズと背景の写った写真  
Fig. 7 Photos showing noise

撮影方法を見直すことにした。撮影には、あやとりを行う人と、カメラを使い撮影をする人の 2 人が必要で、カメラは三脚にセットし、UV-LED は机の上に置きその上であやとりを行い撮影をする。通常のライトペインティングに用いるカメラの設定 [7] は、ISO を低くする。しかし、今回の紐の場合は光が弱いので明るく写らない。そこで、蛍光塗料の紐が明るく感じるまで ISO を上げることにしたが、図 7 のように写真にはノイズが発生し、背景の壁や体がよく見えるようになってしまった。したがって、ISO は低めでレンズの絞り値 (F) を下げた。その結果得られた写真が図 8 図 9 図 10 である。図 8 の富士山と、図 9 のカニは、手順も少なく、非常にシンプルで初心者にもやさしい形である。図 10 は、ほか二つと比べると手順は多いが、それぞれの指にかかる紐を反対の指に引っ掛けるだけで、こちらもシンプルで簡単な形である。そして、重なり合う箇所も多く、強く光る。

#### 4. ウェアラブルデバイスを用いた撮影の結果

結果としてあやとりによるライトペインティングに成功した。また、撮影でより映える写真になった形は手順が少ない非常にシンプルなものが多かった。あやとり初心者でもよい写真が撮れるため良い結果と言える。

問題点として、あやとりを行う人は空間上のどこからどこまでが写真に納まるのかわかりにくく、写真サイズいっぱいまで大きく撮影することが難しいことが判明し

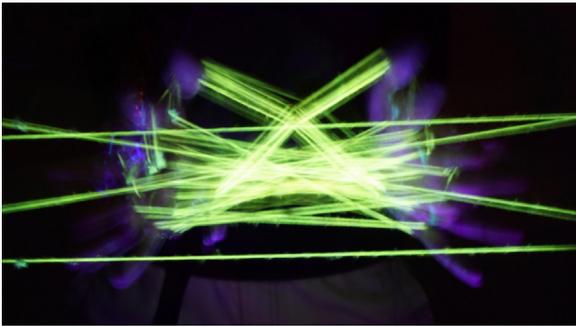


図 8 結果写真 (富士山)  
Fig. 8 Mt. Fuji

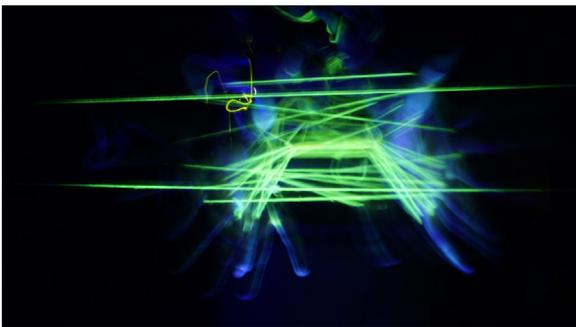


図 9 結果写真 (カニ)  
Fig. 9 Crab



図 10 結果写真 (9つのダイヤ)  
Fig. 10 9 Diamonds

た。写真に納まる範囲の解決方法として、あやとりを行う人がスマホからシャッターを押す方法を検討している。

また、本システムを国際会議 ACE で展示した。初めて大学関係者以外に見せる機会であり、海外の方に触れてもらう、貴重な体験だった。そこで、多くの方に実際にウェアラブルデバイスを装着してもらいあやとりを行ってもらえた。このことで、周りを巻き込み楽しめるパフォーマンスとしてのあやとりを見ることができた。

## 5. おわりに

本稿では、三軸加速度センサーを用いた UV-LED 制御システムを用いてあやとりライトペインティングを行う手法を提案した。手の動きで UV-LED を操作するウェアラブルシステムによってあやとりの形がはっきりとわかる写

真の撮影が可能になった。あやとりに集中して UV-LED を操作するために三軸加速度センサーで手の動きを感知する。今後、より多くの人にあやとりに楽しんでもらえるよう、写真だけでなくより良いパフォーマンスとしての形を見出したい。

## 参考文献

- [1] International String Figure Association 国際あやとり協会, 入手先 (<http://www.isfa-jp.org/>) (2016.12.23).
- [2] Light Painting World Alliance - Light is Paint, Night is Canvas. 入手先 (<http://www.lpwalliance.com/publication/41/>) (2016.12.23).
- [3] Karl DD Willis., 2006., User authorship and creativity within interactivity., In Proceedings of the 14th annual ACM international Conference of Multimedia.
- [4] Eric Rosenbaum., 2009., Glowdoodle: a medium for expressive inquiry., In C&C '09: Proceeding of the seventh ACM conference on Creativity and cognition. MIT Media Laboratory, ACM, New York, New York, USA, 469470.
- [5] 2013. Spaxels — The Ars Electronica Quadcopter Swarm, 入手先 (<http://www.spaxels.at/>) (2016.12.23).
- [6] Making Future Magic: iPad light painting, 入手先 (<https://vimeo.com/14958082>) (2016.12.23).
- [7] ライト・ペインティング - Lomography, 入手先 (<https://microsites.lomography.jp/light-painting/>) (2016.12.23).