

# レーザーポインタの軌跡を用いた映像パフォーマンスの試み Interactive Visual Performance Using a Camera-tracked Laser Pointer

福地 健太郎<sup>†</sup>

Kentaro Fukuchi

## 1. はじめに

我々はレーザーポインタの軌跡を IEEE1394 カメラで計測し、その軌跡の形状を情報として利用することで素早い動きにも充分対応できる映像パフォーマンスのためのシステムを構築した。これにより、レーザーポインタを用いて画面上のオブジェクトを動かしたり画面に絵を描くなどの様々なパフォーマンスを、音楽にあわせて激しい動きを取り入れても行えるようになった。これまでもレーザーポインタを座標指示装置として利用する研究はなされているが、その多くはレーザーポインタの輝点の座標を計測するものであり、その計測速度は使用するカメラの制約に従い1秒間に30回程度となっている。この程度の解像度では、曲線的な素早い動きをレーザーポインタで入力しても得られる座標列は直線的なものになりがちであり、期待した結果が得られなかった。

## 2. 背景

ステージ上で行う映像を使用したパフォーマンスにおいて、提示する映像をいかに即興的に生成するかが課題となっている。特にコンピュータグラフィックス技術を用いて映像を動的に生成する場合において、マウスやキーボードを使った一般的な入力技法を採用した場合、演者にとっては、舞台上のスクリーンと入力装置との距離が感じられ、直接操作の感覚に欠けるという問題があった。また観客にとっても、演者の動作と生成された映像の関係性が希薄で、舞台上で何が進行しているか傍目からは分かりにくいという問題を生じる。加えて、演者の身体的パフォーマンス性に乏しく、面白味に欠けるという問題があった。

同様の問題はコンピュータを使用した音楽演奏においても重要視されており、近年 New Interfaces for Musical Expression (NIME) と題された国際会議

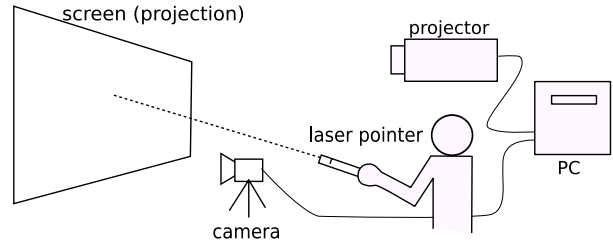


図 1: システム構成図

で、音楽演奏のための新しいインターフェースについて議論されている。

本システムではレーザーポインタを使ってあたかもスクリーン上に直接描いているような環境を構築することで、上記の問題を解決することを試みている。

## 3. システム構成

本システムの構成の概要を図 1 に表わす。スクリーンからやや離れた場所にカメラを設置し、スクリーンを撮影する。利用者はレーザーポインタでスクリーン上を指し示す。入力を反映して生成された映像はスクリーン上にプロジェクタで投影される。使用した IEEE1394 カメラは Unibrain 社の Fire-I で、YUV411 フォーマットで 640×480 ピクセルの画像を秒 30 フレームの速度で撮像できる。

### 3.1 レーザー輝点の計測

本システムではレーザーポインタに、緑色で輝度の高いレーザーポインタを用いる。また、カメラには減光のための ND(×8) フィルタを装着することで、入力画像からは環境光がほとんど削減され、レーザーの輝点のみが撮像されるようになる。

表示系は、プロジェクタとスクリーンを用いる。これは、レーザーの輝点を計測する上で拡散反射面が必要なのと、自己発光する表示系を用いると上述のように、ND フィルタを使ってのレーザー輝点の抽出が困難になるためである。

上述のような工夫を施すことで、レーザーの輝

<sup>†</sup>電気通信大学, The University of Electro-Communications

点の計測は非常に容易となる。従来研究では色識別をした上でのパターンマッチングを行うのが主流であるが、この手法では計算負荷が高く、また、高速にポインタを動かした場合には軌跡が曲線状になりパターンを正しく認識できない。加えて、画面の表示色にレーザー輝点と同色のものは避ける必要がある等の制約がある。

カメラで撮像された画像は輝度補正をかけて高輝度ピクセルのみ取り出し、これをレーザーポインタの軌跡として使用する。後述するようにアプリケーションによってはこのレーザーの軌跡をそのままビットマップ情報として使用する。レーザーで指示された場所の座標が必要な場合は、各レーザーの軌跡の重心座標を計算する。このとき、軌跡の形状は考慮されない。また本システムでは各軌跡の領域分割を施し、複数のレーザーの輝点位置を同時に計測する。そのため、本システムでは複数のレーザーポインタを同時に使用することが可能となっている。

### 3.2 座標変換

計測されたレーザーの座標及び形状はそのままではスクリーン座標系とは一致しない。そのため、カメラ座標系からスクリーン座標系へと変換する必要がある。本システムでは起動時にキャリブレーションを手動で行うことで、座標系を変換するためのパラメータを取得する。座標変換はパースペクティブ変換を用いる。レンズ歪みなどは考慮されない。

キャリブレーションでは、スクリーンの四隅を利用者にレーザーで指示させる。このときのレーザーの輝点のカメラ視野内座標を計測し、4個の座標値からアフィン変換行列を得る。

以降、計測された座標値はスクリーン座標系に変換して用いることで、レーザーでスクリーン上の位置を指し示してもそれが正しく映像に反映されることになる。また、画面全体のビットマップ情報もパースペクティブ変換を施し、レーザーの軌跡の形状をスクリーン座標系上で利用できる。

### 4. アプリケーション例

図2は、レーザーの軌跡の形状をそのまま利用した例である。高輝度ピクセルの部分をガウシアン



図 2: レーザー軌跡形状を利用した例 1

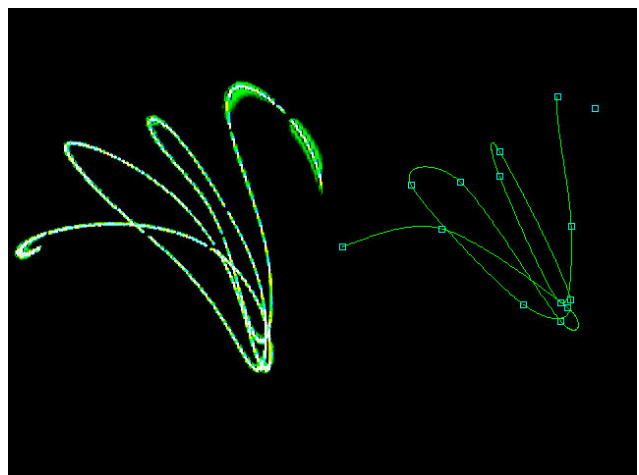


図 3: レーザー軌跡形状を利用した例 2

フィルタを用いてぼかしながら拡大し、次フレームに重ねて表示させることで、レーザーの軌跡から光が発散しているような効果を生成している。図から、二つのレーザーポインタの輝点の曲線的な動きが捉えられていることがわかる。

図3では、左に軌跡形状をそのまま利用して生成した映像を、右に、軌跡の重心座標を Catmull-Rom のスプライン曲線で補間して描画したものを比較している。図で矩形で示した点が計測された重心座標であり、それらを制御点としてスプライン曲線を生成している。高速にレーザーポインタを動かした場合に、制御点の間隔が広がってしまい、補間での再現が困難となることがわかる。