

LINE - 光の交差による 3 次元投影システム

鹿川 耕治郎¹, 小堀 大輔¹, 飯田 誠², 荒川 忠一¹

¹ 東京大学大学院学際情報学府, ² 東京大学大学院工学系研究科
{kobujiro, daisken, iida, arakawa@cfdl.t.u-tokyo.ac.jp}

本稿では, プロジェクタ光を用いた光の交差を利用した 3 次元投影システム LINE の基礎的検討について報告する.

1. はじめに

メディアアートやエンターテインメントの分野において, 光を用いた 3 次元的な表現が行われている. 代表的なものとして, たとえば van der Heide の Laser / Sound Performance [1] にみられるようなレーザー光を用いた表現があげられる.

しかしながら, これらの多くは光の制御が困難であり, インタラクティブ性を持った表現は少ないのが現状である.

一方, 光を投影する装置の中でも, 汎用性が高く制御が容易なものを用いるのであれば, プロジェクタが考えられる. しかしながら本来 2 次元平面に映像を投影するためのものであり, 通常の使用方法で 3 次元的な表現を実現することは難しい.

そこで筆者らは, プロジェクタで投影する 2 次元映像を用いるだけでなく, 容易に 3 次元的な光の表現が可能となるシステムとして, 「光の交差による 3 次元投影システム」に関する基礎検討を行った.

2. 光の交差を可能にするハードウェア

本システムは, プロジェクタより複数の光線を出し, それらを空間上の一定領域に集めることで光の立体像を得るものである. 具体的には, 図 2 に示すように各光線が交差している領域が, 他の領域よりも相対的に明るくなることを利用している.

次に図 1 に本システムのハードウェア構成図を示す. プロジェクタは (SHARP PG-B10S) を用いた. まず, 装置下部に設置したプロジェクタから複数の光線を出すための映像を出力する. それらの光線は装置中腹部内側に設置した鏡でそれぞれ方向を変えられ, 装置上部に向かって投射される.

また, 本システムでは光の視認性を向上させるため, 装置上部に設置してある水槽内に水溶性絵具を溶かした水を満たしている.

以上より, 2 次元映像を生成することで独立に制御可能な複数の光線をプロジェクタから出力し, 結果位置・サイズ・色の制御が自由な, 図 3 に示す光の立体像を得ることが可能となった.

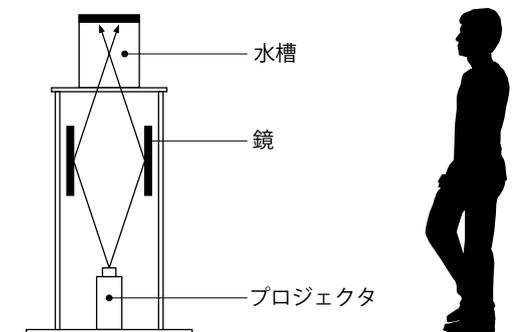


図 1. システムのハードウェア構成図

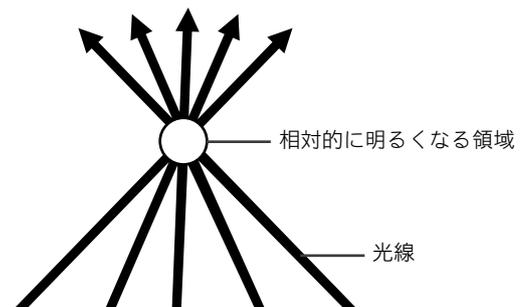


図 2. システムの基本概念図

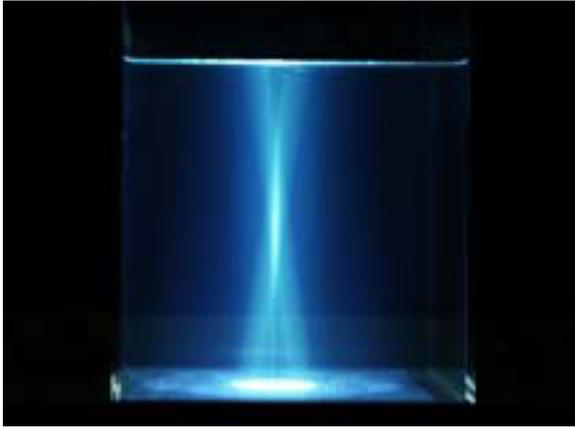


図 3. 本システムで得た光の立体像

3. 光と音とのインタラクション

鑑賞者は専用コントローラ(図 4)を手に持ち、空中で腕を振り回すことで、光および音を変化させることができる。その専用コントローラは、加速度センサにより、空中での腕の動きを一般的なマウスのカーソル操作に置き換えることができる。

本システムでは、マウスの入力処理、投影する 2 次元映像生成、音響生成の 3 つを同時に行うための専用ソフトウェアを開発した。

このソフトウェアは、専用コントローラからの入力によって、光の立体像と音をそれぞれ変化させている。図 4 に示すようにマウスをもった腕を上下に動かすと、立体像が上下に移動し、腕を左右に動かすと、立体像の大きさが変化する。音の変化は次に述べる光と音のパラメータの対応付けに基づいている。

1 つの光線に対して、1 つの音源が対となっている。音源は単純な 2 オペレータ FM シンセサイザで、光線と同様、すべての音源はすべてのパラメータを独立に制御できる。

次に、光と音のパラメータの対応は以下の 3 点である。第 1 に、音の周波数は光の色相と彩度に対応しており、以下の式で表される。

$$\text{freq}(s, h) = 20 \times 2^{[10s] + h}$$

式 1. 音の周波数と光の色相、彩度対応式

ここで、freq は周波数(Hz)、s は彩度(区間[0, 1]で規格化)、h は色相(区間[0, 1]で規格化)。また、10s は整数値を取って小数点以下は切り捨て。つまり、たとえば音の周波数を 100Hz から 1000Hz まで連続的に上昇させると、色は 200Hz、400Hz、800Hz、において 100Hz と同じ色相に戻りながら、彩度は上がっていく。第 2 に、音の大きさには色の明度を対応させた。音が

大きくなると、色も明るくなる。第 3 に、像の大きさに対しては、音の倍音構成を対応付けた。像が大きくなると、FM シンセシスにおける Modulation Index が大きくなる。

さらに音の周波数比が時間推移で調和していく規則を導入することで、同時に光と音の調和を体験することが可能である。

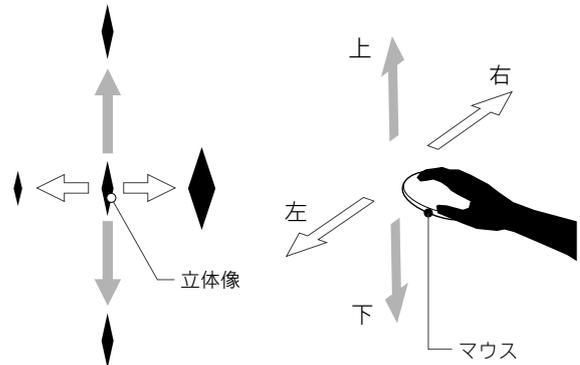


図 4. マウス操作に対する立体像の動き

4. まとめと今後の展望

プロジェクタから出力される複数の光線を鏡によって交差させることで、位置・サイズ・色が容易に変化可能な光の立体像を得た。

さらに専用ソフトウェアによって視覚、聴覚、マウス動作の運動感覚が相互に補完しあう関係として実装した。それにより、空間操作性に重点をおいた直感的なインタラクションを実現した。

最後に、現在取得できる立体像は生成可能な形状に制約があり、位置の制御についても上下方向の移動のみが可能となっている。今後の課題は、取得できる立体像の形状パターンを増やし、上下方向のみではなく左右方向の制御も実現することを目指す。さらに、同時に複数の立体像を制御することにより、本システムによる表現の可能性が拡大する。また、奥行き方向の光点の制御を実現するため、3次元マウスの利用も考えられる。

謝辞

本研究をすすめるにあたって、東京大学 鈴木太朗氏、他荒川忠一研究室各位にご協力いただいた。

参考文献

[1]Edwin van der Heide <http://www.evdh.net/index.html>