

サーボモータを用いたサウンドインスタレーション “Waver Laser” の制作

三浦有希人[†] 小坂直敏[†]

IC2012 インスタレーションデモへの出展作品として、アクチュエータやセンサを用いたサウンドインスタレーション “Waver Laser” を制作した。本作品は、レーザを用いて音のスペクトルを表現するオブジェクトと、音声进行操作する各種センサによって構成されている。この報告書では、IC2011 での展示において得られた意見や発生した問題点を踏まえた変更点を交えながら、本作品の機構について述べる。

A Sound Installation "Waver Laser" Using Servo Motor

YUKIHITO MIURA[†] NAOTOSHI OSAKA[†]

Sound installation “Waver Laser” was exhibited, using actuators and sensors at IC 2012. “Waver Laser” consists of an object that expresses spectra of sound, using lasers, and sensors to control sound synthesis. This paper describes mechanism of the new system, reflecting opinions of the audience and solving problems clarified at IC 2012.

1. はじめに

メディアアート作品の多くは「光」を作品の一部として取り込んでおり、「光」を主体とする作品も数多く存在する。光の中でもレーザは、電球や蛍光灯、太陽光などの拡散する光より高い指向性、収束性に優れており多くの作品に用いられている。例として、東京大学石川奥研究室の「スコアライト」(2009-)や、ビジュアルユニットのUnited Visual Artistsのプロジェクト「Speed of Light」(2010)などが挙げられる[1][2]。

日常においてほとんどの光は、物体に反射し可視化する「媒体」であり、空間中に本来存在する光そのものを意識する機会は少ない。しかし、レーザは光の散乱しやすい環境において、はっきりとした軌道が見え、「光の線」という1つのオブジェクトとして認識することができる。

筆者はこの「オブジェクトとしての光」というレーザの特性に着目し、光源の明滅やスクリーンへの投影とは異なる、「オブジェクトとしての光」によるディスプレイとしての利用を検討し、インスタレーション作品の制作を行ってきた。

本作品は2011年12月に行われたインターカレッジ・コンピュータ音楽コンサート2011に出展し、第93回音楽情報科学研究発表会にて報告を行った[3][4]。その際に、「アクチュエータの挙動が不安定で長時間の展示が行えない」、また「レーザの動作が音と結びつかない」という問題点が明らかになった。本報告書ではその問題点を改良し、よりディスプレイとして効果的な動作を行う新たな“Waver Laser”のシステムについて述べる。

2. “Waver Laser” について

2.1 作品の概要

“Waver Laser” は、アクチュエータにより伸縮する複数のレーザによって波の表現を行うインスタレーション作品である。図1に前バージョンの外観を示す。

使用するレーザは緑色レーザモジュールで、半透明の着色した水が入った透明な筒の中に下から照射されている。これによって、レーザの軌道を目視しやすくする。それぞれの筒の中にはレーザを遮るように重りが上から吊るされており、糸の長さをアクチュエータで操作し、重りを上下させることによりレーザの長さを変化させている。



図1 前バージョンの Waver Laser

[†] 東京電機大学
Tokyo Denki University

2.2 前バージョンの問題点

これまでに2つの改良すべき点が明らかになった。

1つは出力される音声とレーザーの概形の関係である。前バージョンでは、緩やかに変化するレーザーの概形を、Max Mathews らによって提唱された Scanned Synthesis を用いて、音合成に利用した[5]。しかし、この方法ではレーザーの動きと出力される音が直感的に結びつかず、オブジェクトと音声は1つの作品として捉えづらい。これを解決するため、それぞれのレーザーにスペクトルの情報やエフェクタのパラメータを振り分けレーザーと音が結びつきやすい音合成システムを構築した。

また、もう1つは、長時間の展示におけるアクチュエータの挙動に関する問題である。重りの上下にはステッピングモータを単体で用いており、フィードバック機構がない。そのため、モータの脱調に対応できず、理想的な挙動と実動作に誤差が生まれ、長時間連続で動かすことができなかった。この解決方法としてサーボモータを利用し、より正確で安定した動作をする機構の制作を行った。

3. 新しい“Waver Laser”について

前節で述べた問題点について改良を行った新しい“Waver Laser”について述べる。

3.1 作品コンセプト

今作の“Laser Waver”はコンセプトを一新し、参加者がより能動的に参加できる作品形態を構築する。作品全体の流れを図2で示す。

本作品は、はじめに述べた「オブジェクトとしての光」によるディスプレイを利用したインタラクティブなインスタレーション作品である。参加者がインタフェースで音を表現するオブジェクトを狙いながら操作することにより、ゲーム感覚で音と光の変化を楽しめることが、作品の主なコンセプトである。

レーザーによるディスプレイ部は主に「音のスペクトル」とリンクされており、音楽に深い知識がない参加者も直感的に音の変化を聴覚上、視覚上で捉えることができる作品を目指す。

作品は主に、レーザーと3軸加速度センサを搭載したインタフェースと、レーザーとサーボモータ、光センサを搭載したシリンダ表示部からなる。参加者がインタフェースから放たれるレーザーを表示部の各シリンダに対応するように取り付けられた光センサに照射し、インタフェースのつまみを回すことにより、対応したシリンダ内のレーザーが伸縮し、かつ出力される音に変化が起きる。また、インタフェースには加速度センサが取り付けられており、インタフェースが傾くと出力される音に対しエフェクトがかかる。

3.2 システムの構成

図3にインタフェースの機構図、図4にシリンダ表示部の機構図を示す。

入力装置としてロータリエンコーダ（つまみ）と、光センサ、3軸加速度センサを用いる。それぞれの値はMax/MSPにシリアル通信で送られる[6]。なお、シリアル通信の転送速度は9600bpsである。また、主な出力装置としてサーボモータを用いており、可変抵抗の値と連動して筒の中の重りを上下させる。

なお、センサやモータはArduinoに接続されており、センシングやモータの制御を行なう。Arduinoは、専用の入出力ボードとProcessing言語で実装された開発環境をベースとしたオープンソースプラットフォームである[7]。

光センサとロータリエンコーダの値はシリンダ内の重りを上下させるモータの制御に利用し、同時にMax/MSPに値を送信しスペクトルの生成を行う。また、加速度センサの値もMax/MSPに送られ、エフェクトのパラメータとして利用する。

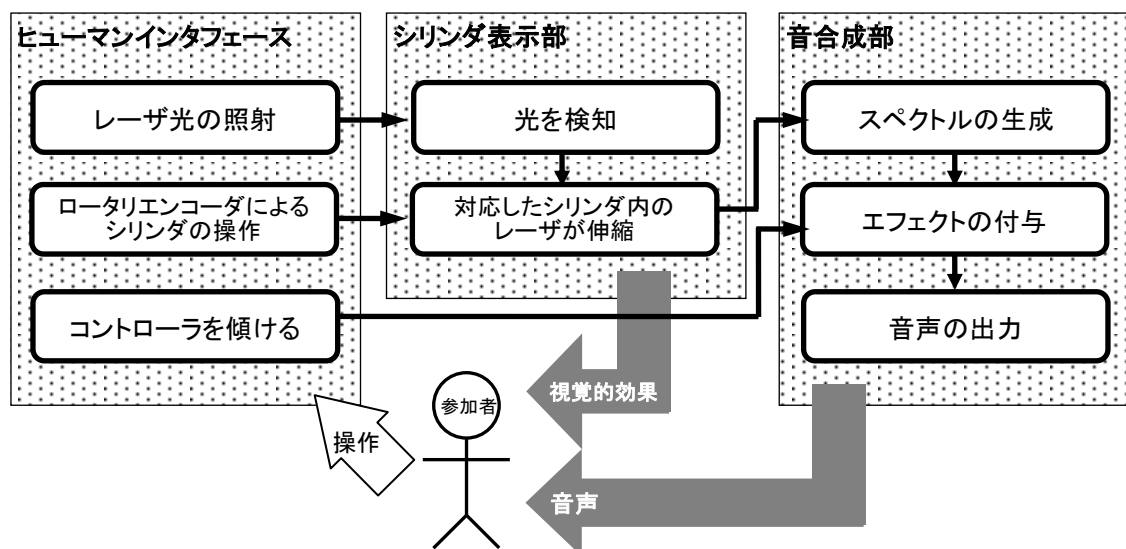


図2 作品全体の流れ

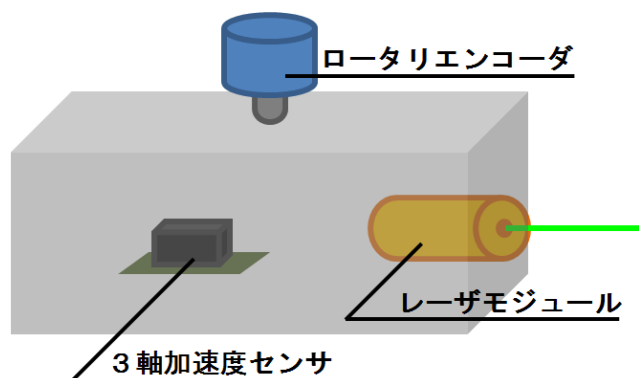


図 3 インタフェースの機構図

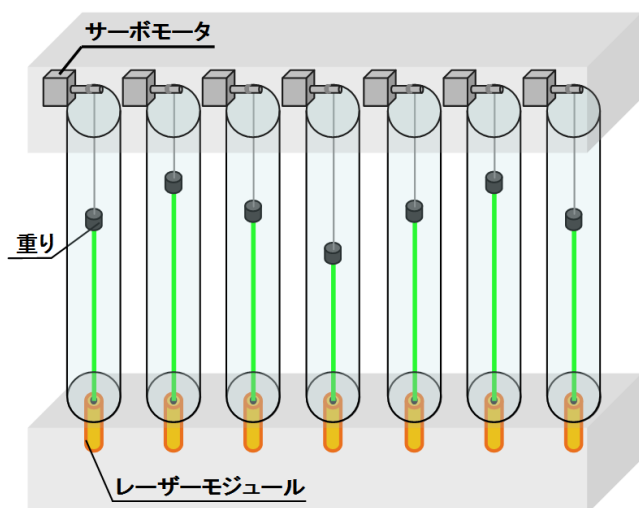


図 4 シリンダ表示部の機構図

3.3 サーボモータによるレーザの伸縮

レーザの伸縮機構にはサーボモータを採用した。

通常、ステッピングモータはオープンループ方式と呼ばれるフィードバックのない機構である。それに対してサーボモータはモータの回転角を検出するフィードバック機構をもつクローズドループ方式を持つ。そのため、制御できる回転角は限られるものの、ステッピングモータより正確な動作を期待できる。

また、トルクの大きさも、ステッピングモータは動作が高速になるにつれてトルクが小さくなるのに対して、サーボモータは低速から高速まで安定したトルクを発生させることができる。

図 6 に使用したサーボモータである Grand Wing Servo-Tech 社の GWS サーボ S125-1T/2BB/F を示す。

使用したサーボモータは PWM 信号によって制御ができる。Arduino ではサーボモータを扱うためのライブラリが提供されており、今回はこれを利用して制作を行った。

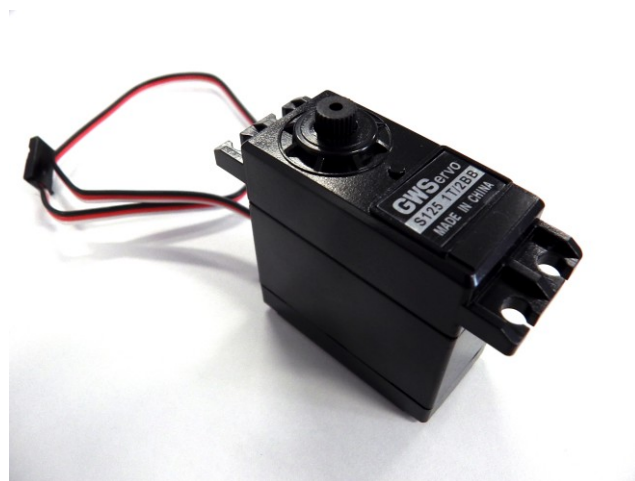


図 5 GWS サーボ S125-1T/2BB/F

3.4 3軸加速度センサによるエフェクトのコントロール

本作品では 3 軸加速度センサを盛り込み、よりインタラクティブな作品形態を実現する。

加速度センサは静電容量方式の 3 軸加速度センサを利用した。梁構造で支えられた稼動部での微小な位置変化を静電容量の変化として検出し、その電圧変化を計測し、3 次元空間における加速度を計測することが可能である。

加速度センサを搭載した専用のインタフェースを傾けることにより、X、Y、Z 軸それぞれの値が変化し、その値を Max/MSP に随時送信し、音合成におけるエフェクトのパラメータに利用する。

3.5 音合成のシステム

音合成システムは大きくスペクトル生成部とエフェクト部の 2 つに分けられる。

スペクトル生成部では出力される音声の原音を、インタフェースの入力と対応付けて生成する。各シリンダに対応した光センサにレーザ光が照射されている間、インタフェースのつまみを捻ることによりそのシリンダに対応したスペクトルの強さを変化させることができる。表示部のシリンダの中央 5 本は原音のスペクトルを表しており、それぞれが 1 つの基音とその倍音のスペクトルに対応する。

また、加速度センサから得られるインタフェースの傾き加減を、AM や FM の振幅や変調周波数、変調指数に置き換え、原音にエフェクトをかけて出力をする。

4. おわりに

昨年発表したインスタレーション作品について明らかになった問題点を踏まえ、コンセプトを一新した“Waver Laser”の制作を行った。この作品ではサーボモータによるレーザの伸縮を制御する機構を構築し、音声のスペクトルを表現するオブジェクトとして利用した。また、加速度センサを用いて参加者が能動的に作品に参加できる作品形態を狙った作品制作を行った。

今後は、“Waver Laser”をMIDI楽器の演奏におけるパフォーマンスツールとしての利用や、PC上で音楽ファイルを再生する際のスペクトラムアナライザとしての利用を検討する。さらに、今回はインスタレーションとして非常に小規模なものとなったが、レーザの伸縮機構を延長したデバイス、もしくはシリンダを大量に並べたオブジェクトなどを用いた、大規模なインスタレーションの可能性を技術、コンセプトの両面から模索したい。

また、現在ネットワークを介したArduinoの遠隔操作を用いた作品制作を行っている。この制作にも今回の作品の技術が応用できるか検討を行う。

参考文献

- 1) Meta Perception: Human Interface,
<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/perception/scoreLight/>
- 2) Speed of Light,
<http://vminstore.com/speedoflight/index.html>
- 3) IC2011, <http://ia.sd.tmu.ac.jp/ic2011/>
- 4) 三浦有希人, 小坂直敏, “アクチュエータを用いたインタラクティブサウンドインスタレーションの制作”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], vol. 2011, pp. 1-3, 2011.
- 5) Bill Verplank, Max Mathews, Robert Shaw, “Scanned Synthesis,” Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC2000), pp.368-371, 2000.
- 6) Jitter - Max « Cycling 74, <http://cycling74.com/products/max/>
- 7) Massimo Banzi 著, 船田巧 訳 : Arduinoをはじめよう, 株式会社オライリー・ジャパン(2009)