

Kinect を使用した空間呈示型オルゴール"Relgo"の提案

加藤泰生^{t1} 尾崎晴信^{t1} 細川愛美^{t1} 栗原渉^{t1} 串山久美子^{t1}

概要：近年、人の動きや物体検知などの空間情報に作用するシステムも多く見られるようになった。しかし、空間を楽器として扱い、既存の楽器を新しく空間に落とし込み、その楽器の魅力と空間を利用する利点を組み合わせた楽器は少ない。本論文は、Kinect を使用した空間認識技術を用いて、空間内の人の動きや物の配置情報にリアルタイムで作用し、音として反映させ、空間と人、画像と音楽を同時に体感できる空間呈示型オルゴールのシステム Relgo について述べる。

1. はじめに

近年、コンピュータや電子楽器などの普及により、楽器を物理的に演奏しなくても音楽を作成できるツールが普及している。また、デジタルのテクノロジーの発展により、人の動きや物体検知などの空間情報に作用する楽器、システムも多く見られるようになった。しかし、空間を楽器として扱い、演奏スタイルの新規性を唱えるツールは存在するが、既存の楽器を新しく空間に落とし込み、その楽器の魅力と空間を利用する利点を組み合わせた楽器は少ない。そこで、本論文では、あらかじめ音のデータを入力し、それを自動で演奏するミュージックシーケンサ技術と、Kinect による空間情報認識の技術を用いることで、自動演奏楽器であり、決まった音楽しか再生することができないオルゴールをリアルタイムに空間と人と作用し、変化することを可能にし、音楽と人と空間を一体とした音と映像の空間呈示型オルゴールとして作り上げ、オルゴールの表現の拡張を目的としたシステム、Relgo を提案する。オルゴールは、ゼンマイを回すことでシリンダーという円筒状の部品が回転し、シリンダーの外面にあるピンと呼ばれる突起が、音を奏でる振動板を弾くことで音を鳴らす。ゼンマイを回し続けると延々と音楽が繰り返される。このシリンダーに付いているピンがミュージックシーケンサにおけるあらかじめ入力された音のデータの役割に近いものを担っており、ゼンマイは演奏される音楽の速さのインターフェースと考え、この2つの音の鳴る仕組みは類似しており、ミュージックシーケンサ型の楽器の一種としても考えられる。しかし、ミュージックシーケンサ型のデジタル楽器は、その形状に対して、新たなインターフェースやデザインが研究されることが少ない。そこで、本論文では、デザインや表現の可能性を高めたいと考える。この音楽が鳴り続ける仕組みに体験者の表現する余地を与えることで、回転するシリンダーを模した空間と人の感性が作用することをオルゴールの表現の拡張として考える。

2. 関連研究

人の動きや空間情報をインタラクションさせ、直感的に音楽を生成、演奏することを目的とした様々なシステムの研究がされている。中村ら[1]はカメラから連続画像として人の動きを読み取り、その座標位置に対して音を鳴らす「神楽-KaGuRa-」を制作した。誰でも思いのままに身体を動かすことのみで楽器の形状や動作に制限をされることがなく断続した音楽を奏でることができる。この特色によって、身体的なアートを披露する人と音楽を奏でる演奏者の間の隔たりなく舞台上の誰もが音楽の中でダンスをするといった新しいアートを展開することも可能としている。

また、岩井、西堀ら[2]は誰もが音楽を直感的かつ視覚的に演奏できる楽器として TENORI-ON を開発した。インターフェースとして発光するスイッチを 16×16 のマトリックスで配置し、縦軸に音階を、横軸に時間を設定している。横に進行するスキャンバーがあらかじめスイッチが押され、光っている所と重なった時に音を発するという仕組みで音楽を奏でる。奏でられた音楽に違和感や不快感などを感じさせないために、いくつかの音階から任意の音階を選択し、縦軸における音階を指定することができる。これによって、奏でられた音楽の違和感、不快感を生じにくくさせている。ミュージックシーケンサと呼ばれる類の楽器において、このインターフェースによる、スイッチを実際に見て、押すという動作と音階のシステムを組み合わせることで直感的かつ視覚的に演奏できる目的を果たしている。

ミュージックシーケンサのインターフェースは、2 次元的なものが多い。金井らは、ハードウェア形状が変化することのないタッチパネルデバイスによってアプリケーションを操作する機会が多くなったことに対して、ハードウェアの形状変化を利用したインターフェースのミュージックシーケンサ型のデバイス「PocoPoco」を制作した。立方体型のハードウェアに、ソレノイドアクチュエータに数種のセンサを搭載したソレノイドユニットを作成し、搭載することで、「押す」、「掴む」、「回す」インターフェースを制作した。

^{t1} 首都大学東京 システムデザイン学部

本システムでは、Kinect を利用した空間提示型オルゴールであり、プロジェクターを使用し、投影する。その際空間はオルゴールのシリンダーを模した空間設計をしている。曲面におけるプロジェクションマッピングの研究として、株式会社リコー[3]は、新たなプロジェクションマッピングの手法として一枚の大きな画像を複数台のプロジェクターを用いることで、円筒型に投影する研究を行なっている。

3. システム設計

3.1 システム概要

本システムでは、ミュージックシーケンサをベースとしたものになっている。ミュージックシーケンサとは、あらかじめ入力しておいた音情報を決まったテンポで自動的に鳴らすものである。

自動演奏楽器であるオルゴールのようにミュージックシーケンサにおけるあらかじめ打ち込まれた音符が持つ役割を、空間に落とし込むため空間情報に置き換えている。しかし、本システムでは空間情報をリアルタイムで取得するため空間情報がリアルタイムで変化する。この空間情報が変化する偶然性を用いて音楽を生成し、空間と音の一体感を生むことが1つの目的である。

本研究では、openFrameworks を用いたミュージックシーケンサを作成する。打ち込まれる音符となる空間情報は、Kinect の赤外線センサーを通して物体を検出し、openFrameworks に取り込む。インターフェースとして、空間情報である深度画像をドット状に変換し、出力した映像をプロジェクターで壁面上に投影する。これを円状に並べたプロジェクターで行うことで、本システム Relgo による音を奏でることのできる空間を作り出す。

打ち込まれた音を鳴らすタイミングとして縦に並んだ一本のドット状ラインが水平方向に進行する。そのラインが空間情報のドットと重なるタイミングで音が鳴る。

映し出される空間情報は絶えず更新され続けるため、ユーザーは静止したポーズをとるだけでなく、歩いたり跳ねたりと、動いてみることでそれに対応した音を鳴らすことができる。

想定する空間は、図1のような円筒状の壁面に囲まれた空間を考える。円筒状の壁面は、オルゴールのシリンダー部分を意識したものであり、その中の空間情報がオルゴールのピンの役割として考える。この形状にすることでミュージックシーケンサの水平方向に進行するラインがオルゴールの音と鳴らす振動板の役割を果たし、円筒状の投影面がシリンダーを表している。ラインが投影面を止まることなく回り続け、鳴り止まぬオルゴールのように音楽が続いていく空間を作ることを可能にする。これにより、ミュージックシーケンサに囲まれた空間がその中にいる人および奏でられる音楽と一体になる。

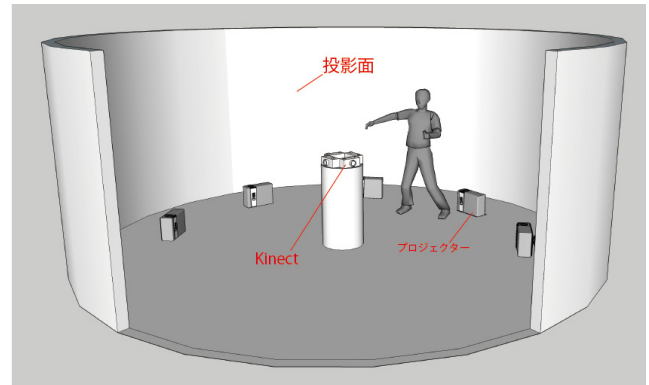


図1 システム概要図

3.2 インターフェースの設計

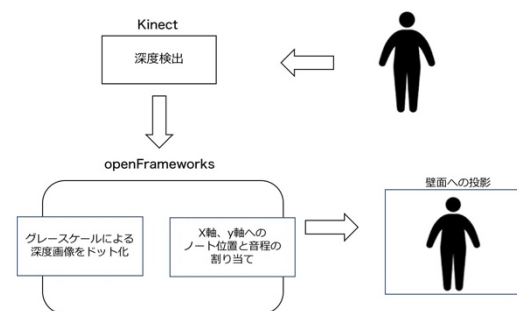


図2 画像処理システム図

本項では図2に示した Relgo のインターフェースとなる画像処理システムについて述べる。

始めに Kinect によって撮影したグレースケールの深度画像を openFrameworks で取得する。その後、縦 48*横 64 の配列に基づいて取得された映像上のピクセルを格子状に指定した上で各濃度を検出する。その濃度情報で塗りつぶされたドットをアウトプットすることによって、ドット化されたグレースケールの深度画像を投影する仕組みになっている。

設定した閾値にあたる距離を超えて接近している部分のドットは明るい白色で表示され、実際のオルゴールにおける、金属板を弾くピンにあたる譜面上の音符として認識される。このことにより、Kinect の画角内の空間に存在する物体の形状にを元にした音程、タイミングで音を鳴らすことが可能になっている。

3.3 音を鳴らすための設計

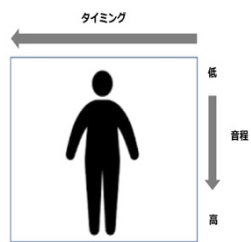


図3 音の鳴るシステム図

本システムでは音を鳴らすシステムにMIDIを用いている。MIDIとは、外部の音源に接続する際の通信で 사용되는、音の大きさや高低、タイミングや長さを指定することが可能な多くの機器間で互換性を持つ信号である。

openFrameworks 内部で完結させる音響合成よりも、安定性および拡張性があると考え、上で示した図3のように、本システムではサウンドの再生を、ドットのx座標を再生されるタイミング、y座標を音の高低に対応させたmidi規格の信号として出力している。

一般的なシーケンサーと同様に、y軸上の直線を再生バーとし、時間の経過に合わせて横へ移動していくのと同時に、白色ドットに触れた際に対応した音程のサウンドが再生される仕組みとなっている。

プロトタイプではMacbookProにプリインストールされている作曲ソフトであるGarageBandと内部通信を行うことでサウンドの再生を行った。

これにより、外部の音源モジュールへMIDI In端子経由で接続することによって、より豊富な音色やエフェクトを利用することが可能である。

3.4 空間を囲うための複数台でのKinect通信設計

本システムでは複数の映像を取得しつつ全てを同期させるために、複数台のKinectの接続が必要不可欠となっている、そのために1つのPCに複数接続することができるKinect v1を使用している。

処理速度の安定を考慮して1台のPCには接続するKinectの数は2台を上限とし、それ以上の場合は2台のPC間で通信をしながらプログラムを動作させる。

その際に、同一のネットワークを経由したOpenSoundControl(OSC)通信によって、再生バーの位置をPC間で同期させる事を想定している。

4. プロトタイプ

上記のシステムを実装したプロトタイプを設計し、本システムの検証を行った。

4.1 空間設計

今回作成したプロトタイプの空間設計を図4に示す。プロジェクターは単焦点型の縦に投影するものを使用した。2枚の投影面は直角に並べられており、Kinectとプロジェクターはそれぞれの投影面に対し垂直に配置されている。

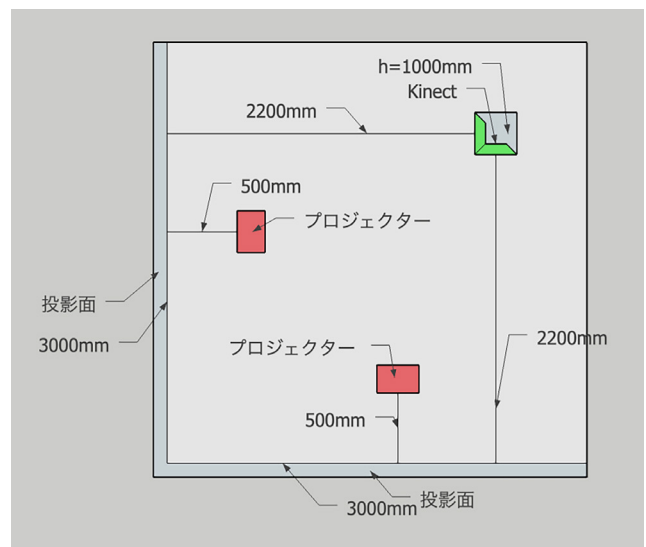


図4 空間設計図

4.2 検証・考察

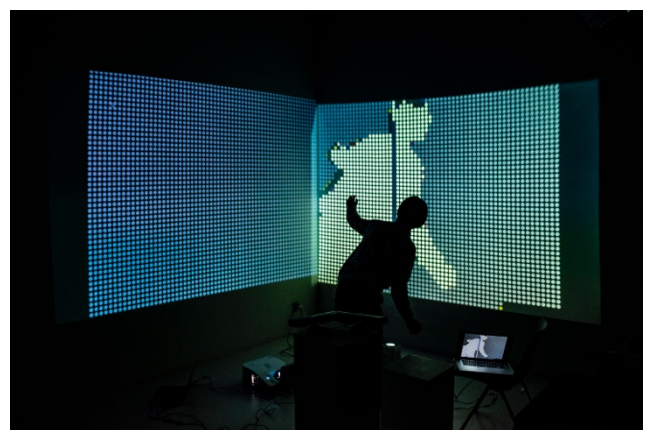


図5 プロトタイプ実装時

Kinectの画角から、人の全身が写り作用するために、人から2m～3mの距離の場所に置く必要があった。また短焦点の縦置き型プロジェクターが占める面積が大きいため、人や物体を利用する空間としては、狭く、視覚的にも閉塞感を感じた。

本システム及び空間設計に求められる改善点としては、Kinectの取得範囲の限界とプロジェクターが床に占める面積の二点に起因する閉塞感が挙げられる。そこで考察する策として、前者は、天吊り型のプロジェクターへと変更し、人の動きの妨げにならない高さに設置をする、後者は、Kinectによる物体検知に必要な距離を確保しつつ中央に設置できるような空間を用意することによって解決が可能なのではないかと考える。

5. おわりに

本論文では、音楽と人と空間を一体とした空間呈示型オルゴールとして作り上げ、オルゴールというものの表現の拡張を目的とし、それを制作するための基礎としてシステムの構築と空間設計を行なった。

今後は、音色や音階、テンポ、色、録音と再生といった機能面において、体験者がそれに変化を加えることができるインターフェースを実装し、Relgo の体験実験を行い、それを元に Relgo の体験設計を行っていく。

参考文献

- [1]中村俊介,“身体の動きを音楽と映像に変える『神楽-KaGuRa-』”,
日本ソフトウェア科学会 ISS 研究会(2005).
- [2] Yu Nishibori, Toshio Iwai,“TENORI-ON”, Proceedings of the 2006
International Conference on New Interfaces for Musical
Expression (NIME06), Paris, France
- [3]金井隆晴,菊川裕也,鈴木龍彦,馬場哲晃,串山久美子,“PocoPoco:
実物体の動きを利用した楽器演奏インタフェース”,情報処理
学会論文誌 Vol.53 No.3 1050-1060 (Mar.2012)
- [4]株式会社リコー,“円筒プロジェクションマッピング -株式会社
リコー-,https://jp.ricoh.com/technology/tech/074_projection.html