

シンクロ現象と音楽・映像表現プロジェクト

Musical and Visual Expression of Beat Synchronization

1013073 勝原 望 Nozomi Katsuhara

1 背景

複数人で歩いているときの歩いている歩幅や歩調、速度が同じになっていたり、指揮者に合わせて演奏をする。これらはシンクロ現象の一例であり意識下無意識下関係なく、日常の様々な場所でシンクロ現象は発生する。シンクロ現象を用いた研究の例としてイタリアのジェノバ大学、Varni, G., Mancini, M., Volpe, G., Camurri, A.によってなされているものがある。複数人が端末を持ち、それを振る。その中にある加速度センサが反応したタイミングで同期判定を行い、それによって音が流れるというものである。この研究で使われている音は一定の音の高さを持つ単一の音であり、映像も端末に対応した基本矩形が配置された映像に同期された組み合わせによって線が結ばれるという初歩的なものである。本プロジェクトではこの先行研究をもとに、人の動作によるシンクロ現象から音楽や映像の表現を変化させるシステムを開発し、新しい表現方法を探求することを目的にこのプロジェクトは活動を行ってきた。

2 課題の設定と到達目標

2.1 目標設定

このプロジェクトの活動の目標は、「先行研究を元にしたシンクロ現象による音楽や映像の新たな表現を行うシステムを構築して、人に対する心理的効果を明らかにする」ことである。この目標を達成するためのシステムを開発するにあたって、どのようなものを作るべきかというところから始まった。「映像や音に合わせて人が動くのではなく、人の動きに合わせて映像や音に変化する同期の確認が分かりやすいシステム」をコンセプトとして開発していく活動を行ってきた。

2.2 目標到達への手順

目標到達として以下のような4つの手順で行われた。
本プロジェクトは、以下の4つ手順で行った

1. 同期についての研究や映像、音楽表現で広く用いられているビジュアルプログラミング言語であるMaxを導入し全員がMaxの基礎的な技術を習得することをを行い、Maxの基本的な使い方や音楽表現の基礎を習得した。
2. シンクロ現象による音楽・映像表現のプロトタイプを作成する。ここで映像班・同期班・音楽班の3つのグループに分かれてそれぞれの部門で課題を設定して一つのシステムを完成させるようにした。
 - 映像班
Processingでカメラからの入力をもとに、複数の物体の動きを個別に判定するプログラムを作成する。また、その判定した情報をMaxに送る仕組みを作成した。
 - 同期班
Maxを用いて、Processingから送られてくる情報をもとに、複数の物体の動きの同期具合を判定するプログラムを作成する。また、Processingから情報を受け取る仕組みを作成した。
 - 音楽班
Maxを用いて、同期班によるプログラムから判定された同期具合によって、音楽が再生される仕組みを作成した。
3. 前期に作成したプロトタイプから発展した新たなシステムの構想を練る。
課題：プロトタイプ制作にあたっての問題点、改善点を探し、それを解決する方法を考える。また、中間発表会でのフィードバックを集計し、これからの活動に活かす。
4. 新たなシステムの制作
課題：前期に制作したプロトタイプをより発展、改善させたプログラムを作成する。また、手順4では、Kinect班、同期班、音楽班、照明班、デザイン班の5つのグループに分かれて作業を行った。各班

での作業は以下のようにする。

- Kinect 班
今回は、Kinect センサーを用いて、人体の骨格を取得、追跡することで複数人の動きを個別に判定するプログラムを作成する。また、Kinect を使うために、C#の技術を習得する。そして、C#のプログラムで Max に送る仕組みを作成する。
- 同期班
前期に作成したプログラムを発展させ、利用者の同期具合によって小節ごとに BPM を変化させる機構を作成する。
- 音楽班
利用者が同期しやすいと感じられるような音楽を作成する。再生される曲の音色を変更する。
- 照明班
RainbowCube kit を用いて、参加者が楽しめるような光の表現方法を探求する。利用者の同期具合によって変化する光の表現を作成する。
- デザイン班
Processing を用いて、アニメーションを作成する。利用者の同期具合によって変化するアニメーションを作成する。

3 課題解決のプロセスとその結果

3.1 前期の活動

Camurri, A らの研究をもとに Processing でカメラからの入力を用いて物体の動作の検出を行い、動作が検出された時に信号を送るシステムを作成する映像班、映像班から送られた信号を Max を用いて同期の判定を行う同期判定班、同期具合によって出力される表現として音楽を作成する音楽班に分かれて活動を行った。それぞれに置かれた班の目標によって人数を配分し、映像班 4 人、同期判定班 3 人、音楽班 2 人で分かれて、複数の物体の動きを検出し、その信号のタイミングを判定し表現が変化するシステムのプロトタイプを作成した。

映像班

映像班では、同期判定に用いるために複数人の動作を取得してその動作が検出された時に信号を送るシステムを作成した。Camurri, A らの研究では、端末の上下の動作を同期判定の入力としていた。そのため今回は

Processing で内蔵カメラから映像を取得できるようにして、人の腕の上下の動作を映像から取得することにした。しかし人間の動きを丸ごと取得することができないためカメラで取得した映像から色を指定して、その指定した色の軌道を追跡するというカラートラッキング法を用いた。そのことによってその色を人が上下の動作を行うことによって上下の動作を取得することができた。指定した色ごとにその色の y 座標を取得してその移動方向が逆転した時に信号を送るというものである、そのそれぞれの信号の送られるタイミングの違いによって同期判定を行うことができた。その信号は Open Sound Control(以下 OSC) と呼ばれるアプリケーション間での通信プロトコルの機能を用いることで、processing から Max に送ることができた。このことにより、カメラを用いて人の動作を取得して、それを同期判定の入力としてシステムを開始させることができた。

同期判定班

同期判定班では、映像班から送られてきた 3 つの信号を、その信号が送られてきたタイミングのずれから同期具合を判定し、その同期具合の結果を信号として出力して、音楽の表現を変化できるような機構を Max を用いて作成した。最初は 3 つの信号のうち 2 つずつ判定を行い、その判定をそれぞれ音楽の表現に対して変化させて出力できるように作成を行った。しかしその場合では映像からの動作が検出できていなかったときに判定すべき小節がずれるという問題があった。そのため Max 内で javascript を起動させ、3 つの信号が一定時間内に収まっているかどうかを 8 回判定し、8 回中に何回一定時間内に収まっているかを点数化し、その点数によって音楽表現を変化させるように信号を送る方法に切り替えた。最終的に、3 つの信号が一定時間内に収まっているかどうかを判定して、その動作判定の結果の点数を信号として送るプログラムを作成できた。

音楽班

音楽班では、同期判定の点数の結果を受けとり、その点数に対しての音楽表現の変化が分かりやすくなるような音楽の作成を行った。Max では MIDI ファイルを再生することができるため、まずは MIDI 編集ソフトである sakura を用いて MIDI ファイルを作成した。sakura では音程を「ドレミファソラシ」の文字で入力することができる。今回音楽表現として用いたものは「バッハル

ベルのカノン」の1フレーズを使った。この曲は楽譜の音程が明白であるため、sakura を用いた MIDI 作成の方法がやりやすかった。出力するパートを3つに分け、メロディ、コード、伴奏に分けた。また同期判定班での8回の動作検出は8拍で2小節に対応しているため、それぞれのパートをさらに2小節ごとに分割して MIDI ファイルを作成した。それを Max 内に接続することで同期判定班から送られてきた点数の高さの信号が2小節ごとにわけられた音楽の流れるパートの組み合わせに反映できるようにした。その同期具合の点数の高さに合わせて0.2秒の時はベースのみ、2.5秒の時はベースとコード、6秒以上の時はベース、コード、メロディー全てが流れるようにできた。

これによってカメラから物体を動かす人の動きを検出し、それを信号で送り、信号の送られた時間のずれによって同期具合を点数化する。その点数によって音楽の表現が変化するという一連の動作が行えるシステムを作成することができた。しかし、このシステムでは出力される音楽が、動作している早さによって変化しないため音楽に合わせて動作することでも同期ができてしまい、本来の目標と反する結果となった。また Max 内で javascript を動かしているため、動作に時間差が発生するという課題がある。これらの課題も踏まえて、kinect を用いた動作検出の方法を変更したり、デザインや照明による表現を追加して改善して新たにシステムを作成する活動を後期に行った。

3.2 後期の活動

Kinect 班

Kinect 班ではカラートラッキング方のような物体を動かす方法から改めて、kinect V2 のの深度センサーを利用して人体の骨格を検出し、右手の座標を取得することで、身体全体の動きから同期判定のための動作を取得できるようなアプリケーションを開発するために活動を行った。C のプログラムを用いて、人体の骨格を検出し、そこから右手を検出できるようにして、その右手の y 座標の情報とシステムの起動時間を取得した。このことによって時系列における右手の座標が分かるために、計算によって速度や加速度も導出できるようになった。このデータから右手を振る速度をもとにして振ったという判定ができるようにしている。またその情報は OSC と接続を行って、同期判定班に送信できる物までを一連

のプロセスとするアプリケーションとなった。前期ではフレーム単位で速度を求めていたが、今回ミリ秒で計算を行うことによってより正確な動作の判断が行われると考えられる。このアプリケーションによって個々の人の骨格のデータと時間、右手の座標を取得して、その右手の動きから速度を計算することでその位相と速度が変化することによって動作の判定がなされ、OSC を介してその情報を Max に送信するアプリケーションを作成することができた。

同期判定班

同期判定班では、Kinect 班から送られてきた信号を OSC を介して受け取った3人分の動きの情報を受け取る。最初の4つの入力情報ではクリック音が鳴るようにして、被験者にこのシステムの開始の合図とするとともに、その4つの打刻から音楽の流れるテンポの速さを変更するための計算を行えるようにした。その次の入力から MIDI ファイルを再生するようになっている。この時、最初の状態では最低の同期具合の結果での再生を行っている。またシステム内の時間をカウントして同期判定を開始し、それをどのくらいの時間が経過しているかという情報を javascript の中に送信した。また同期具合の点数の判定も変更し1拍に対して判定できるようにした。このことでより自然に同期具合が鋭敏に変化できるようになった。後期に作成したシステムでは同期判定の結果の信号はどのくらい同期しているかを3段階で評価するほかに、誰と誰が同期しているかという信号も8通りでの数値で送信できるようにした。どのくらい同期しているかの信号は音楽班に、誰と誰が同期しているかの信号は照明班やデザイン班に用いられるようにしている。

音楽班

音楽班は前期の課題として作った音楽は8分主体のメロディーであったもののリズムが分かりにくいという問題があった。その原因として、伴奏が高音でのみ構成されていたという問題があった。カナダの Marie, C, Bruce, IC, Trainor, LJ らの研究で、人は低周波の音をよりリズムを認知するという低音がより良い効果を持っていることを示唆している。この研究を元にして MIDI 編集ソフトである「Domino」を用いてメロディ、ドラム、コードの3つのパートにわけて作成を行った。Domino は時系列にピアノロールで音のデータを配置する MIDI 編集ソフトであり、今回はオリジナルでの音楽

を作成するために sakura による音階の文字表記よりもこちらの方が作成に適していると考えて作成を行った。作成するにあたってはドラムはバスドラム 1 小節にを 4 回等間隔に打刻するように配置し、メロディやコードは Marie, C らの研究から、低い音を基調とすること、また前期同様に繰り返し再生されていても違和感なく聞くことができるように注意して作成を行った。また Domino で作成した音源では音が乏しいために、音源を追加するプラグインである Visual Sound Technology を用いてドラムやピアノの音を追加して、その音源を使って再生できるように Max 内で接続した。これによって再生される早さが変化していてもリズムがとりやすく、また動的に変化する同期具合に合わせて自然に変化するような音楽表現が完成した。

照明班

照明班では同期が確認された時の表現として被験者に同期具合で視覚的に認識できるようにした。ヒトの知覚の割合は視覚が 8 割、聴覚が 1 割、その他の感覚器で 1 割程で構成されていると産業教育機器システム便覧では述べている。そのため照明を導入することによって同期による表現の変化がより認識できると考えた。照明器具として Seeed Studio 社の Rainbow cube Kit を使用した。縦横高さそれぞれ LED4 つずつ、計 64 個の立方体となるように配置されている照明器具である。Rainbow Cube を組み立て、Rainbowduino という LED 制御に特化した Arduino 互換ボードで制御を行った。照明の表現方法については LED の点灯パターンをいくつか用意し、シリアル通信を用いて Max から受け取った誰と誰が同期しているのかという数値の信号によって、点灯パターンを制御させた。これによって同期による光表現を行うことができ、視覚的な表現の手段を獲得することができた。

デザイン班

デザイン班では Max の同期判定の結果から、同期具合を映像として出力できるようにした。Max から受け取った数値の信号によってアニメーションによって同期の結果が分かりやすく判断できるようなデザインを目指し、processing を用いて作成を行った。同期判定を分かりやすく判断できるように、被験者一人一人に対応するようなキャラクターを色の三原色の赤、青、緑を基調としてイラストソフトで作成した。それぞれのキャラ

クターは 16 コマで 1 ループするようにしている。OSC を介して誰と誰が同期しているかという信号が Max から送られてくるため、その結果に合わせて、同期している被験者同士に対応するキャラクターが動く様に設定を行った。これによって同期による映像表現が完成した。

4 実験と課題

実際に動作を行った課題として、kinect で右手が安定して取得されていないという事があげられる。右手の座標取得が安定していないため入力動作が検出されていないことがあった。それによって同期判定の抜けが発生して同期が確認されていないということがあった。そのような同期判定の不具合を調整する他に、判定の基準値を改善することによってより安定した動作で精度の高い判定が実現できる。

また同期班ではシステムの起動時間による javascript のデータを使用していない。これによって動作中に動的に音楽の流れる速さを変更できるようになるが、今期それを使用することはできなかった。そのためこれを導入することによってより目的であった「映像や音に合わせて人が動くのではなく、人の動きに合わせて映像や音に変化する同期の確認が分かりやすいシステム」ができるのではないかと考えられる。

今期の活動においてはシステムの作成を行うだけでこれを用いた実験を行うことができていなかった。そのため、同期現象によって心理的な効果を図ることや、音楽や照明、デザインにおいてより効果的な表現方法を模索するということができなかったことが課題である。

5 参考文献

- Varni, G., Mancini, M., Volpe, G., & Camurri, A. (2010). Sync' n' Move: social interaction based on music and gesture. In *User Centric Media* (pp. 31-38). Springer Berlin Heidelberg.
- Hove, MJ, Marie, C, Bruce, IC, and Trainor, LJ (2014). Superior time perception for lower musical pitch explains why bass-ranged instruments lay down musical rhythms.. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 111(28), 10383-8