研究報告

携帯音楽プレイヤーを使用した遠隔演奏同期システムの考案

CONSIDERATION OF REMOTE PERFORMANCE SYNCHRONIZATION SYSTEM USING PORTABLE MUSIC PLAYER

大久保 雅基 Motoki OHKUBO

名古屋芸術大学 芸術学部 芸術学科 デザイン領域 Design Department, Nagoya University of the Arts

概要

音楽演奏を行う際,数人であれば互いの動きを見て演奏同期を取ることができるが,オーケストラのように多人数になる場合には,指揮者を半月状に取り囲み,全員が指揮を見ることで同期を取ることが一般的である.このような形態を取ることにより,演奏者の位置は固定されなければならなくなる.それでは,演奏家同士が同期を取りながらも,観客の前後左右を歩き回り,様々な方向から生演奏の音が聞こえてくる作品は作曲できないのであろうか.

観客の周りに演奏者が配置される場合、演奏者同士の間に距離が生じ、他者の演奏した音が実際に演奏したタイミングよりも遅れて聞こえ、演奏同期が取れなくなってしまう。そこで、携帯音楽プレイヤーを使用し、メトロノーム音と演奏指示の音が含まれた音源を再生することで、安価で簡単に演奏同期を取ることが可能になるシステムを考案した。

本研究では、著者が作曲したサウンドパフォーマンス作品『もろびとつどいて』の中で、実際にそのシステムを使用し、離れた場所に居る演奏者が演奏同期を取ることが可能であるか検証を行った。

1. はじめに

同一のテンポを複数人で共有する際の補助器具として、メトロノームが使用される。メトロノームは音源から離れるほど音は聞こえにくくなり、他の楽器の音により聞こえにくくなる場合がある。そのため、マーチング・バンドなどの広い会場で行う演奏練習では、全員がメトロノームの音を聞くことは難しく、電子メトロノームの音をスピーカーを使用して拡声することで全員が聞くことができるようにしなければならない。これらのメトロノームは練習の目的に使用されており、

実際の上演時には観客にも音が聞こえてしまい,上演の妨げとなってしまうので殆ど使用されることはない.

現代ではメトロノームが電子化され、耳に装着する小型のメトロノームも登場している。装着者の周りで他演奏者が演奏している状況においても、耳に装着することによって、クリック音が楽器の音によってマスキングされにくくなる。2016年9月には、テンポ同期が可能な小型メトロノーム「KORG SyncMetronome SY-1M」が発売された[1]. これは、片耳に装着する小型のメトロノームであり、複数の SY-1M 同士を接続することで、赤外線を通じてテンポの同期を行うことが可能である。一度同期を行えば、離れた場所でも同じテンポを共有することができる。SY-1Mを使用すれば、演奏者が離れた場所にいても同期の取れた演奏が可能となる。

演奏者同士が離れている場合は音の遅延が生じる. 国際標準大気海面上気温摂氏 15 度の空気中の場合,音速は約 340m/s とされている. その場合,テンポが 120 の場合 1 拍の音価は 0.5 秒であるので,ある演奏者の演奏した音が 170m 先の演奏者に届くまでに 1 拍分の遅延が生じる. クリック音を聞きつつ 1 拍以上の遅延がある演奏を聞いた場合,演奏者は混乱し 1 拍遅れて演奏してしまう恐れが出てしまうことがあるだろう.

演奏者が正確な演奏同期を取りつつも,様々な方向に 移動しながら演奏を行う作品は作曲できないだろうか.

2. 背景

音よりも早く情報を伝えられるものとして光がある. 音が前述の条件で340m/sの速さであるのに対し、光速は真空中で299,792,458m/sと定義されている。大気中での光の速度はそれよりも遅くなるとしても、光源から1km離れていても、テンポ情報を知らせる上では、大きな遅延は感じさせないだろう。 従来のクラシック音楽における指揮者は指揮棒を振ることで、聴覚ではなく、視覚によって演奏者にテンポ情報を伝達し、100m以上の幅を持ったオーケストラの集団にも演奏同期を取ってきた。しかし、演奏しながら指揮者を注目しなければならないため、演奏者は指揮者を取り囲むように半月状に配置され、常に演奏位置を固定されなければならなかった。

それに対し演奏者がステージ上を移動しながらも演奏同期を行う試みとして、三輪真弘『59049 年カウンター』が挙げられる。この作品の楽譜には「用意するもの」として「桁人用メトロノーム表示システム」と記述されている[2]、「サントリー芸術財団 サマーフェスティバル 2014 ザ・プロデューサー・シリーズ 木戸敏郎がひらく 21 世紀の応答」(2014 年 8 月 30 日/サントリーホール 大ホール)で行われた初演では、タブレット型コンピュータiPadを使用して、光によるテンポの伝達を行っていた。「桁人」と呼ばれる 10 人のパフォーマーは、状態によって指定された音価でシェイカーを演奏し続けながら、舞台上を歩き続ける。iPadは、ステージの前面と両脇に桁人へ向けて配置され、各iPadはネットワークによって同期を取り、同期したテンポで明滅することによって桁人へテンポ情報を伝達する

この方法は、舞台と客席が対面している場合には有効である。iPad のディスプレイを舞台側へ向けることによって、客席にはテンポ情報が伝わらないからである。しかし、円状の舞台で観客が取り囲み鑑賞するような場合には、客席にテンポ情報が伝わってしまうため、それが許容される作品ではない限りは、鑑賞の妨げとなってしまうだろう。

3. システム

本研究では、携帯音楽プレイヤーを使用した遠隔演奏同期システムを考案した。このシステムでは、携帯音楽プレイヤーに楽譜データとなる音源を入れ、複数の演奏者が同時に再生を行うことで同期を取り、演奏者は音源の中に含まれた演奏指示を受けて演奏を行うことで演奏の同期を図る。

本稿では、筆者が作曲したサウンドパフォーマンス作品『もろびとつどいて』の初演時に使用された本システムについて述べる。本作品のコンセプトの基で設定された演奏指示であるため、楽器編成や作曲システムが異なる場合には、必ずしも適合するとは限らない。楽譜データとなる音源の演奏指示の設定は、作品によって変更されることは歓迎される。

本作品は、毎年クリスマス・イヴが始まる 12 月 24 日 18 時から上演される、クリスマスの始まりを告げるサウンド・パフォーマンス作品である。



図1. 『もろびとつどいて』初演時の様子

3.1. 演奏時間

演奏時間は、スタート地点からゴール地点までを移動する時間によって決定される。初演では宮城県仙台市の商店街が舞台となった。「ハピナ名掛丁商店街」の仙台駅側を開始地点とし「ブランドーム一番町商店街」を通り、藤崎仙台店前を右折し、市民広場方面へ向かい、市民広場の「au ツリー」を終了地点とした。事前の下見で、ゆっくりと歩きおよそ 25 分 30 秒かかったことから、1 分のコーダを追加し、26 分 30 秒を曲尺とした。

3.2. 楽器編成

初演では,ハンドベル4人とリーダーが1人であった

ハンドベル奏者は C3,D3,E3,F3,G3,A3,B3,C4 (国際 式音名) のハンドベルを演奏する. 各奏者は完全 5 度になる 2 音程を選び, 左手に低音, 右手に高音のベルを持つ. 4人のうち 1人は楽器経験があり作曲を生業としているが, 残りの 3人は音楽活動をしていたことは無い.

リーダーとは、歩行速度を調整し、ハンドベル奏者 を誘導し、歩行速度を調整するパートである。筆者が 担当した。

3.3. 移動

ハンドベル奏者は正方形の角に立つような形態になり、リーダーはその中央前方で移動を行う.

リーダーはメロディを聞き、再生時間を確認しながら、指定された時間にチェックポイントへ到着するよう歩行速度を調整する。交差点に差し掛かった際に、横断歩道の手前で歩行者用信号が青だった場合は待機し次の青で横断し、赤の場合は青になったら横断する。

ハンドベル奏者は先導するリーダーに続きながら正 方形の形態を崩さないよう歩行する.

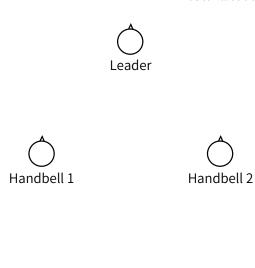




図 2. 各パートの配置

3.4. 使用したもの

演奏時には、携帯音楽プレイヤー、イヤホン、楽譜 用音源データが必要となる。

携帯音楽プレイヤーはどれを使用しても良いが、再生ボタンを押してから実際に音が再生するまでの遅延が機種によって異なることがあるため、使用する機種を統一した方が良い。『もろびとつどいて』初演時には、携帯音楽プレイヤーではなく、スマートフォンiPhone 6S、iPhone7を使用した。

イヤホンは、メトロノームと演奏指示が聞き分けられる音質で、有線のものであれば何でも構わない。 Bluetoothによる無線ヘッドフォンも試したが、音の遅延差が大きく、テンポ 140 で半拍程度合わず、同期演奏には不向きであった。しかし、この問題は今後の無線技術の開発によって改善されるだろう。

楽譜用音源データは、各演奏者の携帯音楽プレイヤー に入れられ、演奏前に再生される。音源データからの 演奏指示に従って演奏を行う。

3.5. メロディの作曲

メロディは「クリスマスソングのようなメロディ」を作曲した。具体的な曲のメロディを引用して「クリスマスらしさ」を彷彿させるのではなく、様々なクリスマスにまつわる曲をコンピュータに機械学習させメロディを出力させることで、「クリスマスらしさ」を残した別な新たなメロディを作曲した。Google が公開し



図3. 演奏指示と演奏のタイミング

ている作曲系機械学習プロジェクト Magenta に、インターネット上にある「christmas」というキーワードがタイトルに含まれる MIDI データ 42 曲を無作為に集め学習させ、単旋律を出力させた。そこから数百の単旋律の MIDI データを書き出し、ハ長調で4部音符で演奏できるメロディを選定した。

3.6. 楽譜用音源データの作成

音源を作成するために、Steinberg Cubase 9 を使用 し、Magenta で生成した MIDI データを読み込み、約 25 分半分のメロディを並べた。

まず、リーダー用に、全体のメロディが分かる音源が必要となる。メロディの音にハンドベルの音色を使用し、メトロノーム用のクリック音を重ねた音源データをリーダー用に出力した。

次に、各奏者の演奏指示用の音源を作成した。まずは上記で用意したメロディから、各パートで使用する音高のみを残し、他を削除する。ハンドベルと似た音色が聞こえる場合、自分や他者の演奏が重なって聞こえなくなったり、指示の音色と混合する恐れがあるため、ハンドベルの音色の使用を避けた。その代わりとしてティンパニの音色を使用し、低音が左、高音が右から聞こえるようにした。更にメトロノーム音をミックスして各演奏者用に音源を出力した。

楽譜用音源データは各演奏者ごとに作られ、各々の 携帯音楽プレイヤーに入れ、用意されたデータを再生 する. 4人それぞれに異なる演奏指示の楽譜音源デー タを配布し、全員で同時に演奏を行えば、離れていて もメロディが同期演奏される.

3.7. 演奏指示

上述の方法作成した楽譜用音源データを演奏者に配布し、演奏指示については次のように説明した。

音源データにはメトロノーム音と演奏指示の音が入っている。メトロノーム音は常に中心で鳴り続け曲のテンポを指定する。本作ではテンポ 140 とした。

演奏指示の音は、左から低い打楽器音、右から高い 打楽器音が聞こえてくる。左から音が聞こえたら、左 手のハンドベルで指示の一拍後に1音鳴らす。右から 音が聞こえたら、右手のハンドベルで指示の一拍後に 1音鳴らす。

3.8. 演奏同期

演奏前に同期を取る必要がある。演奏者及びリーダーは演奏前に、携帯音楽プレイヤーの再生ボタンを全員同時に押下する。その後、各々が聞こえるメトロノームに合わせ、太腿等を叩き同期を確認する。同期が取れていなかったり、再生できなかった場合などは、全員同期が取れるまで再生をやり直す。

全員が同期を取り、演奏指示に従って演奏を行うことで、作曲されたメロディが繋がって演奏される.

初演時のようにスマートフォンを使用する場合,演奏中にタッチ・ディスプレイを触ってしまい,再生が停止してしまう恐れがある。今回は全員がApple 社のiPhone だったので,再生と同期の確認が取れたら,すぐに電源ボタンを押して,バックグランドでの再生にして,ディスプレイを触っても操作できない状態にした。また,演奏時で衣服のポケットにしまう際,身体の外側にディスプレイを向けるようにした。内側にすると,身体の汗がディスプレイに付着し,汗の水分によってディスプレイを操作してしまう恐れを回避するためである。

3.9. 練習について

練習では、Cycling'74 Max で、メトロノームのテンポを変更が可能で、左右からの指示がランダムに出現し、出現率を変更できるパッチを制作した。また、それによって書き出した音楽ファイルを各演奏者に配り、自主練習できるようにした。

練習の後期では、実際に本番の音源を使用して練習した. 同期が外れることはなく、狙い通りに演奏できた.

3.10. 初演の様子

演奏前の同期を取った後に、1人が停止ボタンを押下してしまい、再度同期を取り直した。その後は、練習時と同様に同期が外れることなく演奏できた。

4. 考察

4.1. 演奏指示内容

『もろびとつどいて』では、指示に対し1拍遅れて 演奏を行う、という演奏方法を取った。この指示に対 応できるようになれば、26分のメロディを暗譜する必 要がなくなるメリットが生まれる。本作のように、演 奏者同士の距離が離れており、各々が2音のハンドベ ルでメロディを繋ぐような演奏を正確に行う場合には 有効であろう。

一方で、4分音符が最短の演奏タイミングとなるため、それよりも分割が細かいパッセージの演奏はでき

ないというデメリットがある. これは、演奏者が速い テンポに対応できるようになるか、他の演奏指示を行 うことで解決されるだろう. 別な演奏指示を行うとす れば、事前に演奏フレーズを指定し、演奏開始のタイ ミングをメトロノームと演奏指示で指定することで、 細かいパッセージを演奏することができる.

このシステムは、遠隔での同期演奏が可能になるものであるが、事前に携帯音楽プレイヤーに楽譜用音源 データを入れなければならないことから、演奏内容が決定されていなければならない。つまり、リアルタイムに指示が送られたり、いつ何を指示されるか予想できない状態ではない。

この作品のような演奏を行う場合には、従来のように演奏内容を暗譜して、他者の演奏と合わせる練習をするのではなく、与えられた指示に対して間違い無く反応できるようになる練習が必要となる。初演時は、25分30秒のメロディなので、暗譜が不可能であるわけではないが、それを暗譜し歩きながら他者と合奏するよりも、演奏指示に対応できるようになる方が効率が良く、メロディが崩れる恐れも少ない。

4.2. 聴覚による演奏指示

従来の五線記譜法は視覚的に演奏指示を読み取ることに対し、このシステムでは聴覚で聴き取る方法を取る。五線記譜法を使用することで、縦を音高軸、横を時間軸とし、音高の時間的推移の俯瞰、つまりフレーズを視覚的に捉えて記憶しやすくなる。一方で聴覚的に聴き取る方法は、受けた指示に従って演奏を行うことにより、記憶することよりも、瞬時に指示に対応する技術が必要とされる。

著者作曲による『どこかの日常』も、演奏者が聴覚による演奏指示を受け演奏を行う作品である[3].この作品では、演奏会場で受信できるラジオ番組の音声を4人のパフォーマーのヘッドフォンに送る。そしてパフォーマーには聞こえてきた音声を口真似するという演奏指示を行っている。この作品では、リアルタイムに放送されているラジオ番組を使用するため、演奏内容が演奏される時間によって変更される。つまり、暗譜することはできず、その時の指示に対応する能力が求められる。

本稿で使用されているシステムは、常に同じ音声が 再生されるために、暗譜することは不可能ではない。 しかし、今回のように、演奏者同士の距離が離れてい たり、担当するハンドベルの音高が定められているよ うな状況において、このシステムはリズムを崩さずに 演奏を行うことが容易になるメリットがあると考えら れるだろう。

5. おわりに

本システムは、メトロノーム音によるテンポ同期に加え、演奏指示の音を付与することにより、離れた場所にいる演奏者同士の演奏同期を取ることができた。メトロノーム音のみの同期で演奏を行う場合は、演奏者同士に距離が置かれていると、1拍以上遅延して聞こえる場合があり、拍を1拍前後して演奏してしまう恐れが生じる。しかし、メトロノーム音に加え演奏指示の音があることで、それに個々の演奏者が従えば、全体のメロディが連結される。各々の楽譜用音源は同期されているので、移動しながら演奏しても、発音タイミングが崩れることは無い。商店街に居る観客からすれば、前後左右からの音が連結されたメロディとして聞こえる。

また、無線機器や音響機器を作品の為に新たに用意しなくとも、携帯音楽プレイヤーや、本作のように携帯音楽プレイヤーの機能を持った携帯電話を使用することで、安価に遠隔演奏同期を取ることが可能となる。複雑な音響機器のルーティング等の設定を行うような機器の専門的な知識が無くとも、DAWを使用し楽譜用音源データを用意するだけで本システムを組み込むことができる。

今後の展望として、本作と同様に演奏者の移動を伴いながらも、音価の指示、音高の変化、音色の推移等を設定するような演奏指示を行うことが考えられる。これらの扱い方によって、聴覚による楽譜によって生まれる演奏形式から、新たな音楽形式を作り出すことが可能になるだろう。

6. 参考文献

- [1] 株式会社コルグ "SyncMetronome SY-1M" http://www.korg.com/jp/products/tuners/ syncmetronome/(2017年6月11日アクセス)
- [2] 三輪真弘 "2 人の詠人, 10 人の桁人と音具を奏で る傍観者達のための 59049 年カウンター", マザーアース, 2014.
- [3] 大久保雅基, 三輪眞弘"『どこかの日常』聴覚に よる楽譜を使用した音楽作品", 先端芸術音楽創作 学会会報, Vol.7, No.3, 2015.

7. 著者プロフィール

大久保 雅基 (Motoki OHKUBO)

1988 年宮城県仙台市出身. コンピュータ音楽の作曲家. 名古屋芸術大学芸術学部芸術学科デザイン領域, 愛知淑徳大学人間情報学部非常勤講師. 洗足学園音楽大学 音楽・音響デザインコースを成績優秀者として卒

業. 情報科学芸術大学院大学 (IAMAS) メディア表現研究科 修士課程修了. 松尾祐孝氏, 森威功氏, 三輪真弘氏に師事.

Contemporary Computer Music Concert にて ACSM116 賞 (2010/東京) を受賞. Musica Viva Festival "Sound Walk" (2010/ポルトガル) "Close, Closer"(2013/同), 千代田芸 術祭 音部門 LIFE LIKE LIVE(2014/東京), Muestra Internacional de Música Electroacústica(2015/メキシコ), 横浜スマートイルミネーションアワード (2014/横浜), ACOUSTIC FOR THE PEOPLE III "RAW"(2014/スウ ェーデン), 21st International Symposium on Electric Arts (2015/カナダ) で入選している。 他にも Contemporary Computer Music Concert(2010,2013,2014,2015/東京), Festival Futura(2010/フランス), 関西・アクースマティッ ク・アート・フェスティバル (2011.2012.2013/大阪、神 戸), 富士電子音響芸術祭 (2013,2014/富山), ひびきの のりと(2014/奈良),プラネタライブ「ゆらぎささやき」 (2015/岐阜), サラマンカホール電子音響音楽祭 (2015/ 岐阜)で作品が演奏されている.

先端芸術音楽創作学会会員. 日本電子音楽協会会員.