

平成30年6月27日現在

機関番号：23703

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00691

研究課題名(和文) 音楽体験を拡張するための基盤技術とインタラクションデザイン

研究課題名(英文) Interaction design and technological platform to enhance music experiences

研究代表者

平林 真実 (Hirabayashi, Masami)

情報科学芸術大学院大学・メディア表現研究科・教授

研究者番号：10508477

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ライブやフェスなどの音楽の現場とネットメディアへと移行していく音楽体験を取り巻く環境の変化とメディア技術の進化に対応した新しい音楽体験のインタラクションを実現し音楽会場への適用を行った。高可聴域音を用いた音声IDでは音楽会場への簡便な適用を生かした観客参加型の音楽作品の実現と演奏、音楽会場の外部への拡張として360度VRネット中継とIoT技術を用いたセンサー環境に注目し、アーティスト・会場・ネット上の観客を繋ぐシステムを実現した。

研究成果の概要(英文)：The medium for entertain music is changing over from packages to the real music venue such as live performances and music festival and internet such as music streaming and video-sharing services. In this research, we realize the interaction for the new music experience corresponding to the change of the environment surrounding the music experience and the evolution of the media technologies. With sound IDs using audible high frequency sounds, we realize audience participating music works witch can easily apply to various music venues. Also we focus on 360-degree VR net-broadcast and IoT technology to sensing behavior of performers and environment of the venue as an extension to the outside of the music venue, we realized a system that connects artists, venues, and spectators on the net.

研究分野：コミュニケーションシステム

キーワード：インタラクションデザイン 音楽体験 音声ID 音楽会場 サウンドパフォーマンス IoTシステム 高可聴域音

1. 研究開始当初の背景

音楽の楽しみ方がパッケージ型からライブやフェスなどの実際の空間やネット上での共有へと変化している。しかしながら音楽会場においては、メディアアートと呼ばれるインタラクティブな体験が大きく広がる中、長い間大きな変化が起きていない。メディア技術の進化に対応したアーティスト、観客、会場、ネットをつなぐ音楽会場におけるコミュニケーション基盤となるようなインタラクションの在り方を探ることで、現実の音楽会場に適用可能であり、多くの人が新しい音楽の楽しみ方を発見できるような音楽体験を拡張するためのシステムが必要とされていると考えられる。本研究では、音楽会場におけるインタラクション分析を介して、これらを実現する手法およびシステムの開発を行なう。

2. 研究の目的

音楽会場における参加性および対話性を体験に注目した体験中心のインタラクションデザインとして分析し、インタラクションの方法を提案すると同時に、それらを実現する基盤となる技術を開発し、実際の音楽会場に広く適用可能とすることを目的としている。多くの人に実現可能な形で新しい音楽体験を提供できる基盤となる手法の一つとしたい。音楽会場における臨場感や一体感の向上として音楽体験の充実と、表現としての新しい可能性を広げ、最終的には音楽を取り巻く環境の活性化へ繋げていく。

音楽会場あるいは音楽体験におけるインタラクションの分析、音楽会場に適したインタラクションの手法である高可聴域音を利用した音声 ID による参加型音楽作品の展開、インターネット環境など音楽会場と外部との関係を含むインタラクション分析に基づく体験方法の提案とそのための技術開発を行なうことで、メディアアートやインタラクティブな体験を当たり前として育ってきた世代に訴求できる新しい音楽体験として提示し、発展させていくことを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、現実の音楽会場へ適用可能な手法を目標としているため、実際に音楽イベントを開催し、その中でインタラクションシステムの実験および実証を行っていく方法を取る。我々は、2010 年から NxPC. Lab というテクノロジーにより音楽体験を拡張するための活動を行っており、多数の音楽イベントを自ら開催し、またイベントに協力してきた。この活動を基盤として実験・実証を継続的に実施してきた。

高可聴域音を用いた音声 ID については、観客参加型の音楽作品として様々な会場において参加性の検証と状況に応じた適用方法を実現するシステムの改良を行った。同時に体験型サウンドインスタレーションとしての展開を行った。音声 ID によるシステムと並行して、

インターネットや IoT 技術などの音楽体験へ利用可能な技術の適用として、クラブやライブハウスのような音楽会場の雰囲気を与えることができる 360 度 VR によるインターネット中継と、音楽会場の状況や観客等の反応を与えることができるセンサー環境や IoT プラットフォームによるアーティスト、観客、会場、ネット上の観客らを繋げるシステムに注目したシステムの展開を音楽イベントの開催を通して実施している。

360 度ネット配信ではイベントの中継映像にネット上の観客の反応やアーティストの動きの情報などを重畳することにより臨場感の共有を試みた。アーティストにセンサーを装着してもらい、動きなどの情報を取得・記録しながら映像化やネット配信への重畳を行うために汎用 IoT プラットフォームを利用することで、多様な音楽会場でも実現可能なシステムとしての実装を行っている。さらに、イベントの参加アーティストやイベントの主催者やアーティストに対するインタビューやアンケートを行い、音楽体験を拡張するためのインタラクションや技術開発の課題や方向性についても検討した。

4. 研究成果

(1) 高可聴域音による音声 ID(USC)を利用した体験型音楽作品の展開

18kHz から 20kHz の高可聴域音による音声 ID (USC と呼ぶ)は、クラブやライブハウスにこのような成人年齢には聞き取りにくく、また通常の音楽会場に常設されている音響システムでも再生可能であることから音楽会場に適したコミュニケーションの基盤となりえると考えられる。音楽会場などでは無線 LAN はわざわざ事前に接続してもらう必要があることや人が増えることにより電波が吸収され接続が不安定になるなど多数の観客が参加するには設営や運営上難しいことが多い。これは携帯電話キャリアによる接続でも同様である。USC による音声 ID は会場に特別な準備は必要なく通常の音響システムで運用できる誰でもどこでも可能な通信方法となる。また、USC は 2 つの周波数を発生するだけの単純なシステムのため、アーティストが非常に簡単に扱うことが可能である。このような特徴を生かし、音楽会場や音楽によるインタラクションに基盤として様々な展開を行った。

2015 年 10 月 11 日に岐阜県大垣市で行われた「テクノロジーと音楽で未来を届ける」をテーマに行われたフェスティバル「POST」では、照明装置による音楽会場での会場と観客の「緩い」インタラクションに注目し、ペンライトとしての観客の持つスマートフォンと照明装置を USC により同期させた演出を行い、会場の一体感をもたらすシステムを実現した。図 1 にシステム概要を示す。

2016 年 3 月 18 日に恵比寿 kata にて実施した音楽イベント NxPC. Live vol. 23 では、USC を用いた観客参加型音楽作品 Sense of Space

に観客同士のインタラク션을を追加した作品の演奏を行った。Sense of Space は、音楽家の江島和臣 (kafuka 名義) とデザイン担当の岡村綾子と共同で作成している音楽作品である。観客が音楽で参加するという難しい課題に対して、USC を用いて観客の参加を実現した参加型音楽作品であり、演奏される音楽に USC 音を乗せることで、観客のスマートフォンから音声 ID に対応した音楽が再生され、会場の音響システムからの音楽と観客のスマートフォンから再生される音楽によって会場全体に広がる参加型の音楽空間を生成する。このシステムではさらに観客のスマートフォンから再生された音楽に含まれる音声 ID に反応して他の人の持つスマートフォンから音楽が再生されるという連鎖が発生し動的に変化していく音楽空間が構成される。また、このシステムにより音楽が連鎖するサウンドインスタレーション作品も制作した。

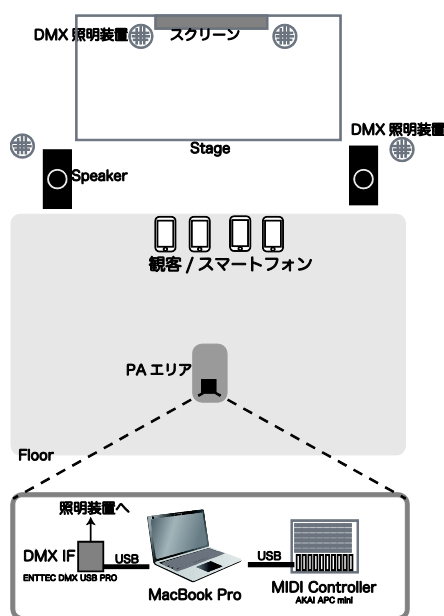


図 1 POST におけるシステム

2016 年 7 月 24 日に大阪の結音茶舗で実施された TYPE 06 というイベントでは、USC の改良版によるパフォーマンスを実施した。USC は 2 つの周波数を合成するため、一つのスピーカーで再生すると物理的な干渉音が発生してしまう。この対策として音声 ID を左右のスピーカーに分けて再生することで干渉音をなくした。懸念された USC の認識精度および認識範囲に関しては、通常の会場において問題ないことがわかったため、以後の作品では各周波数を左右に分けて再生する方法で演奏している。2018 年 3 月 20 日に渋谷 Circus Tokyo にて実施した NxPC.Live vol.31 では、Sense of Space の新作の演奏とともに、USC を用いたサウンドインスタレーション作品のプロトタイプも制作している (図 2)。この作品では、人の声を録音できる鳥を模したオブジェが複数用意され、一つが録音された声を再生すると連鎖して再生していく一種の会話のような環

境を作り出すシステムであり、小型のマイコン Raspberry Pi 3 を使って実装されている。2017 年 11 月 4-5 日に岐阜県養老町で開催された展覧会「MADE IN YORO - KALEIDOSCOPE OF TIME」では、オランダのサウンドアーティスト Dave Hagen 氏とのコラボレーションで KALEIDO SOUND というサウンドインスタレーション作品を制作した。KALEIDO SOUND は会場である専念寺の本堂内に USC の音声 ID を発生するスマートフォンを 8 個配置し、鑑賞者はタブレットを持ち自由に動き回することで、音声 ID を認識した順番に音が合成されてタブレットから聞こえる作品であり、鑑賞者は自分の辿った経路によって各々異なる音楽を体験することができる。



図 2 鳥形のインスタレーションオブジェ

(2) 360 度 VR および IoT プラットフォームによる音楽会場における臨場感の向上
USC は音声のみによる通信を可能とする音楽会場内で有効なインタラクシオン手段であるが、音楽会場外へ広げる手段として 360 度 VR と IoT プラットフォームを利用した軽量の通信とセンサー環境に注目した研究を行った。クラブなどの音楽会場では、すべての観客がステージに集中しているわけではなく、カウンターなどで会話していたり、ステージ以外で様々な状況が発生している。360 度 VR 映像は、このような音楽会場の状況、雰囲気伝えるために有効な手段であると考えられる。同時にステージにおけるパフォーマンスをより理解するための手段としての映像重畳は、天井や床などの余白部分が多い 360 度 VR 中継においては、情報を重畳する余白が十分にあり、効果的に利用することで多様な情報を提示することが可能になる。NxPC.Lab の活動において、2015 年 12 月 10 日に会場に観客が存在しない 360 度ライブ配信のみによるライブイベントの場所性を問うイベント NxPC.LIVE 360° を開催し、2016 年 10 月 22 日には、株式会社 Gocco. が中心となり「新しい未来の遊び場」をテーマとした岐阜県大垣市のメイン会場と東京のサテライト会場を 4 元 360 度 VR 中継で結んだイベント Club360 に協力した。これらのイベントを通し

て 360 度 VR 配信に対して知識と株式会社リコーとの協力関係を得ることで 360 度配信を利用したシステム開発に繋ぐことができた。2016 年 12 月 3 日に Ogaki Mini Maker Faire 2016 関連イベントとして開催した NxPC.Live vol.24 では、360 度 VR インターネット中継に対して観客からの反応を取り入れるシステムの実現を行った。本システムは、専用の VR ビューアアプリを開発することで、VR 中継を見ている観客がビューアのボタン (Cardboard v2.0 以降あるいは milbox には装備) を押す操作により VR 中継映像に観客の反応に応じた映像を重畳させ観客同士が臨場感を共有することを実現するシステムである。CLUBTRAIN は岐阜県大垣市の樽見鉄道において継続的に実施している鉄道車両をクラブ空間として使うことで移動体における音楽体験の可能性を発見するイベントである。2016 年 12 月 17 日に実施したイベントでは、IoT プロトコルを用いて列車の移動速度に応じて変化する車内デコレーションの制作・実験を行い、360 度中継との融合に向けた開発を行なった。



図 3 VR 中継における重畳映像の例

2017 年 3 月 11 日に渋谷 Circus Tokyo で実施した NxPC.Live vol.27 では奈良先端科学技術大学院大学が中心となり開発した BLE センサーユニット SenStick^① を用いたセンサー環境の音楽会場への適用を行った。演奏を行うアーティストの腕に SenStick を装着し、加速度・角速度等を中心とした情報を汎用 IoT プラットフォームである MQTT を利用して会場内で共有することで、会場内での映像化、360 度 VR 中継への情報重畳へと利用可能としたシステムの構築を行った。本イベントではセンサーデータの継続的な取得と会場内での映像化、VR 配信映像との同期を行なえるような VR 映像へのタイムコードの隠ぺいなどを実現している。さらに、2017 年 7 月 17 日に渋谷 Circus Tokyo にて実施した Interim Report および 2017 年 9 月 22 日に実施した Interim Report edition2 では、センサーデータの継続的な取得およびデータベースへの記録と、センサーデータから可視化した映像とタイムコードを 360 度 VR 映像に重畳することで、パフォーマンスを見ているだけではわかりにくいクリエイティブコーディングやライブコーディングによるパフォーマンスの状況を伝えるためのシステムを実現した。図 4 にシステム概要、図 5 に映像の例を示す。

(3)インタビューおよびアンケートの実施

音楽会場におけるインタラクションデザインを考えるうえで、音楽の演奏を行うアーティスト、映像を表示するアーティスト、照明を含め会場システムの担当者がどのように考えてパフォーマンスを行っているかは重要な要素である。またイベントを実施する主催者の意図や観客によっても考え方は多様である。我々は、メディア技術を音楽会場に持ち込むことに対して、音楽に関わる人たちがどのように考えているかを探り、インタラクションデザインとシステム構築の参考とするためのインタビューとアンケートを実施した。単独でインタビューしたものや招致したアーティストに話を聞く形などで実施している。またアンケートには周囲の関係者に呼び掛けて 30 名程度の回答を得ることができた。また、Interim Report シリーズのイベントでは、他大学との同様の領域で活動を行っている教員や学生を招致し、交流を図ることにより我々のめざす音楽の新しい体験に関する交流も図ってきた。2017 年度の活動では多摩美術大学との連携を実現できた。

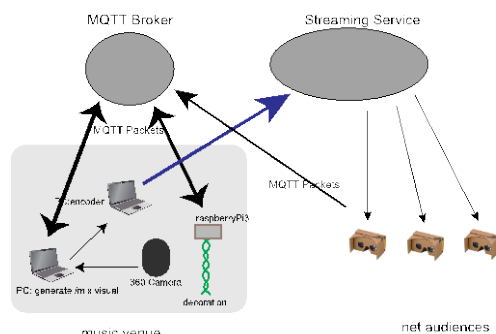


図 4 センサー情報の VR 映像への重畳システム概要



図 5 360 度 VR 配信映像の例 (equirectangular 形式)

< 参考文献 >

① SenStick: <http://senstick.com>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 7 件)

① Masami Hirabayashi, Sharing experiences in 360VR broadcast and music venue with IoT

environment. The 2nd Asia Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality. 査読あり. 2016

- ② 平林真実. 音楽イベントにおける演奏者の動作取得と360度VR配信への重畳. 情報処理学会インタラクシオン 2018. 査読なし. pp.329-331. 2016
- ③ 平林真実. 360度VR配信による音楽会場と観客の臨場感共有の試み. 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング 2017. 査読なし. pp.292-294. 2017.
- ④ 佐野和哉, 大島拓郎, 平林真実. スマートフォンから視聴可能なライブストリーミング全方位映像を用いた仮想ライブ空間とコンテンツの開発. 情報処理学会インタラクシオン 2016. 査読なし. pp.986-990. 2016
- ⑤ 平林真実, 渡辺充哉. 高可聴域音IDを利用した音楽会場における照明制御とインタラクシオンの可能性. 情報処理学会インタラクシオン 2016. 査読なし. pp.735-738. 2016.
- ⑥ 平林真実, 城一裕, 金山智子, 瀬川晃. クラブトレイン:ローカル鉄道を利用した移動体エンタテインメント空間. 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング 2015. 査読なし. pp.297-300. 2015
- ⑦ Masami Hirabayashi, Kazuomi Eshima. Sense of Space: The Audience Participate Music Performance with High-Frequency Sound ID. New Interfaces on Musical Expressions 2015. 査読あり. pp.58-60. 2015.
<https://nime2015.lsu.edu/proceedings/195/index.html>

[その他]

ホームページ等

<http://nxpclub.info/vol.31/>

<http://interim-report.org/edition2/>

<http://interim-report.org/edition1/>

<http://nxpclub.info/vol.27/>

<http://nxpclub.info/clubtrain2016/>

<http://nxpclub.info/vol.23/>

イベント実施

(音楽イベント)NxPC.Live vol.31, 渋谷 Circus Tokyo, 2018.3.20.

(音楽イベント)Interim Report edition2, 渋谷 Circus Tokyo, 2017.9.22.

(音楽イベント)Interim Report, 渋谷 Circus Tokyo, 2017.7.17.

(音楽イベント)NxPC.Live vol.27, 渋谷 Circus Tokyo, 2017.3.11.

(音楽イベント)CLUBTRAIN2016, 大垣、樽見鉄道, 2016.12.17

(音楽イベント)NxPC.Live vol.23, 恵比寿 kata, 2016.3.18.

作品展示

(展覧会)KALEIDO SOUND, MADE IN YORO - KALEIDO SCOPE OF TIME -, 岐阜県養老町 専念寺, 2017.11.4-5

6. 研究組織

(1)研究代表者

平林 真実(HIRABAYASHI, Masami)

情報科学芸術大学院大学・メディア表現研究科・教授

研究者番号:10508477