

Cryptone:音楽会場におけるパフォーマと観客の相互インタラクションのためのシステム

平林真実^{†1} 清水基^{†2}

音楽会場において、演奏を行うパフォーマと観客のインタラクションを実現するためのシステム Cryptone を作成した。これまで実現してきたパフォーマから観客へのインタラクションに加え、観客からパフォーマへのインタラクションを可能にする仕組みを導入することで、パフォーマと観客の相互インタラクションを実現することができる。

Cryptone: A System for Interaction Between Performers and Audiences on the Music Venue

MASAMI HIRABAYASHI^{†1} MOTOI SHIMIZU^{†2}

We developed the system called "Cryptone" that enables interaction between performers and audiences on the music venues. In this paper, we developed the system enables interaction from audiences to performers, in addition to the system enables interaction from performer to audiences we have already developed.

1. はじめに

エンタテインメントとしての音楽の楽しみ方が、CD などのパッケージからダウンロードへ、聴くだけからライブ会場へいった変化が起きている状況において、音楽体験においても新たな変革が必要とされているのではないだろうか。我々は、アートの分野で先行したインタラクティブな表現形態を音楽体験に持ち込むことで、人々に新しい楽しみ方、新しい体験をもたらすことを目標としている。

この目的のため、我々は NxPC.Lab[1] という組織を作り、技術開発とイベントの実施を通し、新しい表現、新しい体験をもたらすための研究を実践的に行っている[2][3][4]。ここでは、パフォーマ、観客、会場、ネットワーク上の観客、といった会場を中心に広がる各々のインタラクションを考察し、より良い体験をもたらすためのシステムの開発、イベントでの実験より随時確認しながら研究を進めている。

Cryptone は、そのうちのパフォーマと観客のインタラクティブな環境を実現するシステムである。非可聴域の音声をを用いたコミュニケーションの仕組みを用いることで、もっとも重要なパフォーマの演奏を妨げることなく音楽会場に適したインタラクティブなシステムを実現している。本システムは、以下のような特徴を持っている。

- ・ 特別の装置を持ち込む必要性が低い
- ・ 音楽パフォーマンスの会場に簡単に導入できる
- ・ パフォーマにとって楽曲に取り入れることが容易、また自分で簡単に生成することもできる。

本稿では、すでに実施しているパフォーマから観客へのイ

ンタラクション[4]に加え、観客からアーティストへのインタラクションの仕組みについて提案を行う。

2. 関連研究・事例

音楽におけるパフォーマと観客とのインタラクションの試みとしては、古くは 1994 年から平沢進氏が行っている“インタラクティブ・ライブ” [5]での、会場内に仕掛けた独自インターフェイスを介した観客による映像への介入、積極的なウェブ展開、音楽配信が有名である。最近ではテクノミュージシャン、DJ として有名な Richie Hawtin の別名義 Plastikman が 2010 年の世界ツアーの為に AppStore よりリリースした iPhone アプリケーション SYNK[6]を用いて音のコントロールを観客に委ねる仕組み、ステージ上 LED をコントロールする仕組み、DJ 目線のカメラをライブストリーミングする仕組み、ドラム、パーカッションの演奏情報を可視化したリアルタイムビジュアルを提供する仕組み、その場にいる観客同士がコミュニケーションを取りあうためのチャットシステムを提供して話題を呼んだ。Aphex Twin は、パフォーマンス中にカメラで撮影した観客の顔に、トレードマークである自身の顔をリアルタイムにマッピングして会場内スクリーンに映し出す仕掛けを行い高い評価を得た[7]。COLDPLAY はライブにおいて無線制御可能なリストバンド Xylobands[8] を観客に配布することで、開場での一体感を演出する試みもなされている。

これらの様な、音楽体験におけるパフォーマと観客のコミュニケーションを促進するようなインタラクティブ性をもった仕掛けを導入する試みは近年特に活発に行われている。これらの事例に対する本研究の特徴としては、ネットワーク等を用いずに音声だけで通信が可能のため特別な通信機器を必要とせず会場での利便性が高く、また、アー

^{†1} 情報科学芸術大学院大学
Institute of Advanced Media Arts and Sciences
^{†2} 株式会社間チルダ
Matilde Inc

テイスト側から通信をリアルタイムに行える事が挙げられる。

高可聴閾音を利用した通信としては、ヤマハ株式会社が行っている独自の音響データ通信技術「インフォサウンド4」[9]を用いた中国放送の「アーン！」という番組内での利用、NTTドコモによる音響OFDM[10]、YouTubeなどでも使われているSonicNotify[11]、近距離通信用のSmart Sonic Communication[12]などがある。これらの試みでは携帯端末側で行っているのはデコードのみのものが多いが、不特定多数への同報通信手段や近距離での外部機器を利用しない通信手段として音声を利用する事の可能性を示している。

本研究の特徴として、高速フーリエ変換による周波数解析と音声ファイル再生機能のみで実装可能なので、スマートフォンだけでも送受信共に可能であり、相互通信を実現できる所にある。さらに音声IDの生成のみならワンチップマイコン等でもリアルタイム生成が可能となっている。

3. 高可聴域音による音声ID

3.1 Ultra Sonic Communication (USC)

我々は、USCと呼ぶ、高可聴域音を使ったDTMF (Dual Tone Multi Frequency) による音声通信方法を開発した[4]。USCは、17000Hz - 20000Hzの音声を使った、DTMFによる音声IDである。

人間の聴覚は、20Hz-20000Hzといわれているが、一般的に20才以上では、16000Hz以上の音はほとんど聞こえないといわれている。また、音楽においてもこの周波数帯を積極的に使うことが少ない。したがって、音楽会場において、ほとんどの人がUSCによる音声IDを意識することがなく、音楽会場に適した方法となると考えた。

3.2 iPhoneでの実証

我々は、USCで使う音声の周波数について、iPhone 4, iPhone 3GS, iPod Touch(4th generation), iPad, iPad 2において、発生可能な周波数、および認識可能な周波数について調査を行った。そこで一定の音量のサイン波を20Hzから徐々に周波数を上げながら流しiPhoneに内蔵されているマイクで認識した音を高速フーリエ変換による周波数解析をして、マイクが認識出来る音の上限を調査した。

その結果、22005Hzまで認識できることが確認できた。また、再生周波数については、仕様に記述されている通り20000Hzまで再生可能であることも確認できた。これらの結果から、iPhone単独で再生/認識が可能であり、DTMFを定義するのに十分な帯域を確保するために、17000Hzから20000Hzを利用することとした。

3.3 DTMFの構成

DTMFは2つの周波数を同時に鳴らすことで、音声IDとして利用する方法であり、電話のトーン音として利用されている。この手法を高可聴域音に適用する。

ここでは、17000Hzを500Hzごとに分割し、以下のようなDTMFを構成した。

表1 DTMF表

	19,000Hz	19,500Hz	20,000Hz
17,000Hz	1	2	3
17,500Hz	4	5	6
18,000Hz	7	8	9
18,500Hz	10	11	12

4. Cryptone

一体多通信としてのUSCを利用した、パフォーマと観客のインタラクションを行う作品としてCryptoneを実現した。Cryptoneは、いくつかの実際のイベントにて実演しながら改良と拡張を行っている。

当初のバージョンでは、表1のDTMFをそのまま使っていた。次のバージョンでは、誤動作対策として複数のDTMFを組み合わせることにより作成した新しい音声IDにより誤動作を減らした。さらに、iPhoneを振ることで発生したUSC音を認識し会場へ提示することにより、観客からパフォーマへのインタラクションを実現するCryptoneRefへと発展させている。

4.1 Cryptone Version 1.0

2011年11月2日に京都、JapanのClub METROにおいて行ったイベントNxPC.LIVE Vol.10にて実演を行った。このイベントでは、共同開催者であるsoftpad[13]の協力を得て彼らのライブパフォーマンスにおいてCryptoneを利用した。

Cryptoneは、事前にAppStoreにて無料で公開し、来場者がインストールできる状態にしておいた[14]。アプリケーションは、起動すると図1のような画面となる。



図1 Cryptoneスクリーン

ここでは、イベントの情報やアーティスト紹介タイムテーブルなどを確認できるようになっている。Cryptoneのアイコンを選択することで、Cryptoneが起動すると、図?のような画面となる。この画面では、iPhoneの動きに応じて変化するアーティスト名と立方体のグラフィックが表示され

る。これらの画面は、USC の音声 ID によって変化する。すべてで 12 種類の画面があるが、代表的なものを図 2 に示す。

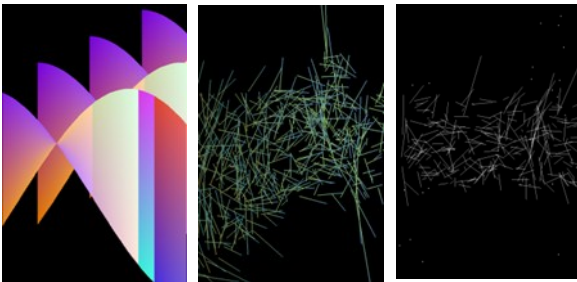


図 2 Cryptone コンテンツの例

これらは、アーティスト名を示すものや、周波数スペクトラムを表示することで音楽に反応したグラフィックを表示するものなどがある。これらが鑑賞者の手で、音楽に合わせて切り替わり、音楽に合わせてダイナミックに変化することで、臨場感を得られるようになっている。

4.2 Cryptone Version 2.0

Version 1.0 では、音楽の種類が音響系やエレクトロニカと呼ばれるものであり、コンピュータで生成した音を多用し、さらに高い周波数が多い音楽であったためホワイトノイズに近い音も多く、誤動作が発生していた。ホワイトノイズ的な音では、すべての周波数音が発生するため、USC では誤認識が発生しやすい。Cryptone を使った演奏をしていた softpad の演奏以外でも Cryptone が反応することがしばしば起きていた。ただし、音に反応して誤動作が発生する状況はすべてが悪いともいえない。他のパフォーマンスでも Cryptone が反応して画面が変わることは、より広く楽しむことが可能になると考えられる。そこで、誤動作が発生してほしくない画面と、誤動作を許容できる画面に合わせて音声 ID を変更した。

4.3 音声 ID の構成変更

USC では DTMF 音をそのまま音声 ID にしていたが、一部を 2 つの DTMF の時系列の組み合わせに変更した。音声 ID の 12 番を、事前トーンとして使い、音声 ID 12 版のあとに音声 ID 1 番が来たときに ID 1 番とした。

0.2 秒の音声 ID 12 と 0.2 秒の音声 ID 1 が続けて再生された場合には、New ID 1 番となる。同様に New ID 1-6 を定義した (表 2)。

これらの誤動作しにくい ID はアーティスト名の表示する際に利用した。

実演は、2012 年 3 月 24 日に東京渋谷の SECO にて実施したイベント「NxPC.LIVE Vol.12 IAMAS WAREHOUSE PARTY」にて行った。

表 2 新音声 ID

New ID number	Pre DTMF ID (0.2sec)	Post DTMF ID (0.2sec)
New ID 1	DTMF 12	DTMF 1
New ID 2	DTMF 12	DTMF 2
New ID 3	DTMF 12	DTMF 3
New ID 4	DTMF 12	DTMF 4
New ID 5	DTMF 12	DTMF 5
New ID 6	DTMF 12	DTMF 6

5. CryptoneRef

Cryptone では、音楽を演奏するパフォーマーから観客へ働きかけるインタラクションを実現した。次に、観客の反応を会場やパフォーマーに返す作品として CryptoneRef を制作した。これらは、Cryptone 全体の一部となるものである。

CryptoneRef は、iPhone を振ることで USC による音声 ID を発生させ、それらの音量によって変化する映像を会場およびパフォーマーに対して示すものである。図 3 に示した映像のように、iPhone を振ることでグラフィックが変化し、Kinect による取得したパフォーマーや観客の姿と合わせて映像としてを会場へ投影する。

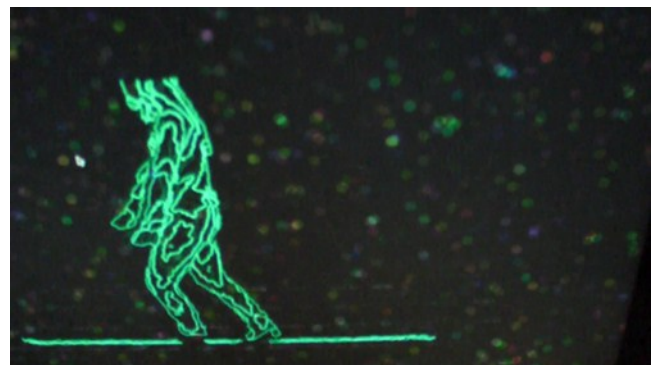


図 3 CryptoneRef 会場映像例

実験は、2012 年 6 月 8 日に岐阜県大垣市の IAMAS OS にて行われたイベント「NxPC.LIVE Vol.13」で行った。この実験では、大音量の中から、iPhone から発せられる USC の音を取ることが難しく、十分には良い結果を得られなかった。

MacBookPro 内蔵のマイクによる音を取得したが、auto gain control が聞いてしまうため、大音量の環境では、USC の音が相対的に小さくなり、iPhone から発生している音を認識するのが難しかった。そのため、20000Hz まで取得可能なマイクとミキサーによる周波数調整により中低音を抑えることと、ソフトウェアの改良により反応を向上することを図っている。

6. ガジェットの試作

観客からパフォーマーへの反応を示す CryptoneRef を iPhone 利用者だけではなく、さらに広くイベント時に利用しやすい形態として、リストバンド型のガジェットを試作した。USC の特徴である音声 ID として簡易さを生かし、アナログ回路を内蔵したワンチップマイコンである PSOC1 を用いて、腕を振ることによる加速度に応じて、LED の点灯と USC の再生を行う (図 4, 図 5)。

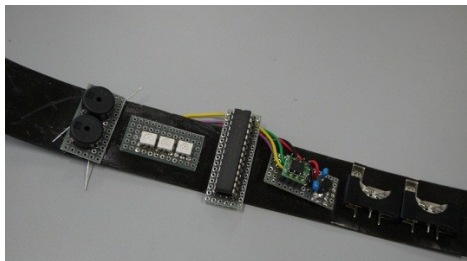
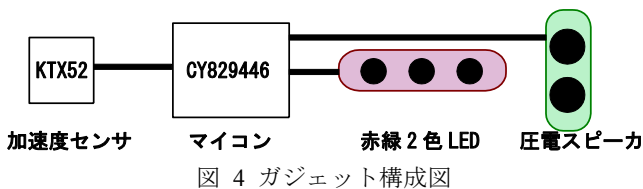


図 5 ガジェット試作品

このガジェットは 2012 年 8 月 25,26 日に行われた Make Ogaki Meeting にて展示を行い、2012 年 8 月 25 日に岐阜県大垣市の IAMAS OS にて行われたイベント「NxPC.Live Vol.14 めかめか///メカトロニカ」にて簡単な実験を実施した。

7. 考察

すべてのイベントでたくさんの人に体験してもらえたわけではなく、数人程度の場合もあり、より多くの人の実験と実演が必要ではある。しかし、体験した人の感想などにより、音楽の会場において、新しい体験、新しい表現をもたらすことは確認することができた。これまでパフォーマーから観客へのインタラクションの段階で確認できた利点としては以下のようなものがあつた。

(1) 音楽演奏中のアーティストと観客のインタラクション

これまで音楽の演奏の中に観客とのインタラクションを取り入れることは非常に難しかった。USC では、演奏の中で音楽に与える影響を最小限に抑えながら、音楽を演奏するのと同様の操作で映像の制御が行えるため、観客の反応に応じて音と同時に映像として観客に応えるという柔軟なパフォーマンスが可能になる。

(2) 映像体験の個別化

音楽イベントにおける映像表現としては、会場内の照明や

デコレーション、VJ による映像制御などが一般的であり、音楽に演奏に合わせて照明担当者が照明を制御し、VJ が映像を制御するという形式となっていた。観客はそれらの映像を眺めるように体験するものであつた。

Cryptone では、観客個々のもつスマートフォンが直接反応し、手元で映像変化をみることができるといった映像の個別化がなされることでこれまでとは違った映像体験をもたらしている。多数の観客が Cryptone を使うことで、全体として会場の照明として空間を作ることもできる。

(3) 音楽パフォーマンスへの映像の取り込み

映像の制御を音楽の演奏の中で行うことができる利点としては、観客とのインタラクションの他に、映像を音楽演奏の中で制御できることでアーティストは音楽のみならず映像を自らのパフォーマンスの中で効果的に使うことができるようになるという点が挙げられる。映像のスイッチングを音のサンプル再生のように扱うことができるため、音楽用アプリケーションのみで音楽と映像の同期したパフォーマンスを実現できるようになる。Softpad の演奏において最終的に当日渡した AIFF 形式の USC 音をすぐに演奏の中に取り入れ会場内で十分に楽しめる効果的な表現をもたらしたことからも十分に可能性を示すことができたと考えている。

これらに加え、観客からパフォーマーへのインタラクションが可能になったことで、次のような可能性を示すことができたと考えられる。

(4) 観客からアーティストへの反応

観客の反応を見ながら演奏が変化するというインタラクションは音楽演奏においてはよくあることである。

CryptoneRef では、これをさらに進めて、明示的に観客の反応を会場およびパフォーマーへ提示した。観客側の映像の個別化と合わせて、映像への反応を「手を振る/iPhone を振る」などの行為と対応付けすることで、観客の反応の会場における明示化がなされると同時に、会場映像に反映させることでより一体感を高めながらパフォーマーへ観客の反応として示すことができる。次の段階として、盛り上がりに応じてパフォーマーがさらに観客側へ反応を伝えるといった相互作用が起こるような仕組みを考えていく必要がある。

(5) 音楽会場におけるガジェットの可能性

ガジェットでは、スマートフォンのような高度な機能は実現できないが、ケミカルライトのような音楽ライブでよく使われている会場グッズの延長として利用することができる。安価で制作できるようにすることでイベント独自のものノベルティグッズとして使うことや、NIKE の fuelband[15]のような Bluetooth LE による通信によりスマートフォンと連携するなどの展開することが考えている。

8. まとめ

高可聴域音を用いた DTMF による通信手法 (USC) によ

り、音楽会場におけるパフォーマンスと観客の相互インタラクションを実現するシステム **Cryptone** を開発し、実験をおこなった。非常に簡易な手法である USC の特徴を生かし、音楽会場の通常の音響環境への適用や iPhone やワンチップマイコンでのリアルタイム生成により、既存の音楽会場や環境へ適用しやすいシステムとして実現している。

今後はさらに、実用的な運用が可能となるような仕組みやガジェットの改良、さらに音楽会場のインタラクション分析を進め、効果的な会場エンタテインメントとなるシステムの研究を進めたい。

謝辞 USC の考案と開発に関わった IAMAS モバイルメディアプロジェクトのメンバーにお礼を申し上げます。また NxPC.Live の運営、Cryptone の開発、実験、記録、に協力頂いた NxPC.Lab のメンバーの皆様に、心より感謝致します。

参考文献

- 1) NxPC.Lab: <http://nxpclab.info>
- 2) 白井大地, 白鳥啓, 岡村綾子, 平林真実: iPhone による観客と VJ のセッションシステム, インタラクション 2011, インタラクティブ発表, 2011
- 3) 當間忍, 清水基, 大総佑馬, 藤吉功光, 平林 真実: CJmix (Cloud media Jockey Mix), インタラクション 2011, インタラクティブ発表, 2011
- 4) 清水基, 平林真実, ビュトナー・クレメンス, 赤松正行: 高可聴閾音を利用した DTMF 通信によるアーティストと観客のインタラクションの実現, インタラクション 2012, インタラクティブ発表, 2012
- 5) 平沢進:
<http://noroom.susumuhirasawa.com/modules/artist/content0001.html>
- 6) Plastikman: iPhone Application SYNK, AppStore, 2010
- 7) Aphex Twin Face Mapping at London Electronic Festival:
<http://www.youtube.com/watch?v=rGosqmf-740>
- 8) Xylobands: http://xylobands.com/glowbands-product_info.php
- 9) ヤマハ株式会社: 音を使った新しい情報発信 INFOSOUND
<http://research.yamaha.com/network/infosound/>
- 10) 松岡保静, 中島悠輔, 吉村健: 可聴帯域における音波情報伝送技術 : 音響 OFDM,, 電子情報通信学会技術研究報告. EA, 応用音響 106(125), 25-29, 2006
- 11) Sonic notify : <http://sonicnotify.com/>
- 12) Smart Sonic Communication: <http://www.yamagata-corp.jp/ssc/>
- 13) softpad: <http://www.softpad.org/>
- 14) NxPC.Lab: iPhone Application "NxPC", AppStore,
- 15) NIKE+ fuelband: