

音を伴う身体パフォーマンスのための 聴覚インタラクションのモデルの提案

城 一裕[§], 山本 恭裕[§], 中小路 久美代[§]

概要: 音を伴う身体パフォーマンスのための聴覚インタラクションのモデルを提案する。本稿では、聴覚インタラクションを人とシステムから構成される系として捉える。ユーザとシステムとの聴覚インタラクションでは、ユーザはシステムへ行為を行い、システムはその行為に対し音の変化によって応じる。聴覚インタラクションシステムのモデルを示し、そのシステムを用いた音を伴う身体パフォーマンスのモデルを示す。

An Auditory Interaction Model for Performance using Sound

Kazuhiro JO[§], Yasuhiro YAMAMOTO[§], Kumiyo NAKAKOJI[§]

Abstract: We propose an auditory interaction model based on body performance with sound. Auditory interactions contribute of a computer system and a user, where the user performs an action to the computer system while the computer system responds to by him/her changing of sound according to the action.

1 はじめに

本稿では、パフォーマンスと観客および聴覚インタラクションシステムから構成される、音を伴う身体パフォーマンスのための聴覚インタラクションのモデルを提案する。われわれのアプローチは、聴覚インタラクションをユーザとシステムの2者によって構成されるものではなく、両者のやり取りを観察する第3者である観客を含めて考えるというものである。まずユーザとシステムとの聴覚インタラクションについて説明し、聴覚インタラクションシステムのモデルを示す。続いて、パフォーマンスの説明を行い、音を伴う身体パフォーマンスのための聴覚インタラクションのモデルを示す。

2 聴覚インタラクション

本章では聴覚インタラクションについて説明し、続いて聴覚インタラクションシステムについて論じる。

2.1 聴覚インタラクション

本稿では、聴覚インタラクションを人とシステムから構成される系として捉える。ユーザとシステムとの聴覚インタラクションでは、ユーザはシステムへ行為を行い、システムはその行為に対し音の変化によって応じる。ユーザとシステムとの聴覚インタラクションを図示すると以下の様になる(図1)。

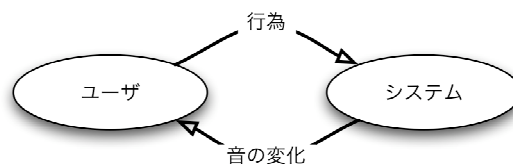


図1：聴覚インタラクション

現状利用されているコンピュータシステムの多くは、視覚的なインタラクションに頼ったものである。視覚的なインタラクションでは、ユーザはシステムに対して行為を行い、システムはその行為に対し視覚表現の変化によって応じる。それに対し、聴覚インタラクションでは、システムは音の変化によって応じることになる。

[§]東京大学先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

2.2 聴覚インタラクティブシステム

従来の音を用いたインタフェース研究として、情報を音で表示する聴覚表示[1]という研究分野がある。たとえば、伝統的な西洋音楽の手法を取り入れモチーフの組み合わせにより複合した情報の伝達を行う Earcons[2]、日常的な音とコンピュータ内の仮想世界での出来事とを対応付け情報を伝達する Auditory Icon[3]、ネットワークトラフィックを音と対応付け、ネットワークの観測を支援するシステムである stetho[4]といった聴覚表示システムが報告されている。

聴覚表示のシステムは、一般に情報生成部 (information generators)、伝達手段 (communication medium)、情報受容部 (information receiver) の3つの部分から構成される[1]。情報生成部はデータを生成する部分である。伝達手段は、受信、中間構造群、音生成という3つのプロセスからなる。受信に際しては、情報生成部から送られた膨大なデータの中から、表示に必要な領域を選択し整理する。中間構造群では、整理されたデータと音のパラメータとの対応付けが行われる。単なる一対一の単純な対応付けだけではなく、整理されたデータをより複雑な構造へと対応付けることも行われる。音生成プロセスでは、そのパラメータを元に音を生成し、聴取者である情報受容部にわたる。

本稿では、この聴覚表示の枠組みを、聴覚を用いたインタラクティブシステムへと適用することを考える。聴覚表示と聴覚インタラクションとの大きな違いは、一方的にシステムがユーザーに音の変化を伝達するのではなく、双方向的にユーザーの行為に対してシステムが音の変化で応じると言う点である。そのため、聴覚表示での情報生成部の部分を、ユーザーの行為を捉える入力デバイス、に置き換えることになる。

聴覚を用いたインタラクティブシステムは、ユーザーの行為を捉える入力デバイス、処理プログラム、音響機器の3つの部分から構成される。ユーザーのシステムへの行為は、入力デバイスによって捉えられ、処理プログラムでの処理をへて、音響機器により、ユーザーへ音の変化として返される。

それぞれの構成要素の役割は次のように考えられる。

入力デバイスはユーザーのどのような行為を捉え、数値化するかを決定する。数値化されたデータは、処理プログラムに入力としてわたされる。

処理プログラムは受信部と、変換部、生成部から構成される。受信部では、入力デバイスの出力したデータから音の変化に必要な部分を取捨選択することになる。変換部によって、受信部で選択されたデータを音のどのパラメータに変換するかをマッピングにより決定する。このマッピングは直線の場合もあれば、複雑なアルゴリズムにより決定される場合もある。生成部は、変換部で決定されたパラメータをもとに音響信号を変化させ、音響機器へと伝達する。

音響機器は、入力された音響信号を物理化しユーザーへと出力する。

図2に聴覚インタラクティブシステムのモデルを示す。

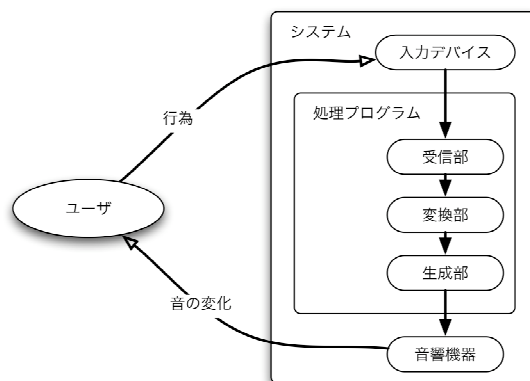


図2：聴覚インタラクティブシステム

2.3 聴覚インタラクションデザイン

ユーザーとシステムとの聴覚インタラクションデザインを行うにあたり考慮すべき点をシステムの個々の要素について以下に示す。

ユーザーの行為を捉える入力デバイス

入力デバイスでは、どのようなユーザーの行為を、どのような手段で捉えるか、を考える必要がある。どのようなユーザーの行為、の例としては、手を動かす、視線を動かす、空気を吸う等がある。どのような手段で捉えるか、の例としてはマウス、画

像認識、圧力センサ等がある。

処理プログラム

処理プログラムにおける受信部では、どのように入力デバイスの出力したデータから必要な部分を選択するのか、を考える必要がある。必要な部分の選択の例としては、マウスのクリックを取るのかホイールの動きを取るのか、画像認識で色を検出するのか、動きを検出するのか等がある。

変換部では、受信部が出力したデータをどのようにパラメータにマッピングするかを考える必要がある。マッピングの例としては、一対一での対応付けや、複雑な数式の変数の1つとその数式の解としての対応付け、等がある。

生成部では、変換部が出力したパラメータをもとにどのような音響信号を変化させるのかを考える必要がある。音響信号の変化の例としては、サウンドファイルを再生するのか、音量を変化するのか、等がある。

音響機器

音響機器では、音響信号をどのような手段で物理化するかを考える必要がある。手段の例としては、スピーカやヘッドフォン等がある。

3 パフォーマンス

本章では、音を伴う身体パフォーマンスのための聴覚インタラクションのモデルを提案するにあたり、まずパフォーマンスについて説明を行い、続いて聴覚インタラクティブシステムを用いたパフォーマンスについて論じる。

3.1 パフォーマンス

パフォーマンスとは、個人または集団が、他の個人または集団の前で、その個人または集団のために行う活動である[5]。本稿ではパフォーマンスをパフォーマと観客からなる系として捉える。このような系においては、観客はパフォーマンスの行為を観察し、パフォーマンスは観客の聴覚的、視覚的な反応を利用して、しばしば即時的に自分の行為を調整する[6]。この意味で、パフォーマンスと観客とは間接的なインタラクションをしていると言える。パフォーマンスと観客から構成されるパフォーマンスを図示すると以下のようになる(図3)。

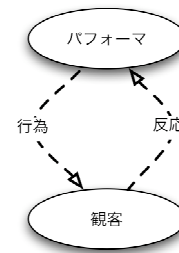


図3：パフォーマンス

以後、本稿では観客が関わる部分を点線で図示する。

3.2 音を伴う身体パフォーマンス

音を伴う身体パフォーマンスは、パフォーマンスと観客および聴覚インタラクティブシステムから構成される。パフォーマンスの行為は、システムの入力デバイスによって捉えられ、処理プログラムをへて、音響機器によりパフォーマンスへ音の変化として返される。観客はパフォーマンスの行為を観察し、同時にシステムの出力する音の変化を受け取る。パフォーマンスは観客の反応を利用して行為の調整を行う。図4に音を伴う身体パフォーマンスのモデルを示す。

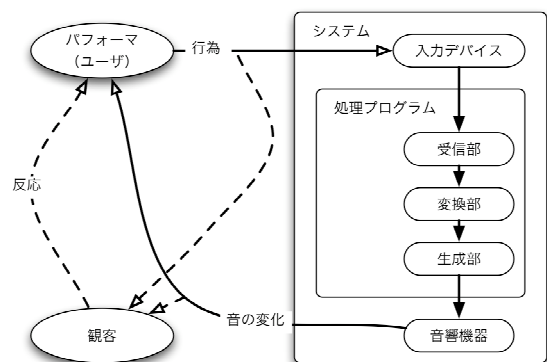


図4：音を伴う身体パフォーマンス

3.3 身体パフォーマンスのための聴覚インタラクションデザイン

音を伴う身体パフォーマンスでは、以下の点が指摘されている。第一にプロフェッショナルなパフォーマンスのための道具にとって最も重要な要求は、観客に対して、パフォーマンスの役割の重要性を認識してもらい、パフォーマンスが以下に音をコントロールしているかを見せることである[7]。また、ラ

ップトップコンピュータによる音楽パフォーマンスでは、実際にそこで何が行われているのか、演奏者が何をコントロールしているかが不透明で、聴衆の側からは伺い知ることができないことが多い[8].

このような指摘から、観客がパフォーマの行為とシステムが返す音の変化との因果関係を把握することが重要な意味を持っていると考えられる。そして、その把握においては視覚が占める割合が大きい。

音を伴う身体パフォーマンスの聴覚インタラクションデザインを行うにあたり、観客による因果関係の把握と言う観点から、システムの個々の要素について考慮すべき点を以下に示す。

ユーザの行為を捉える入力デバイス

まず第一に、ユーザの行為を捉える入力デバイスでは、パフォーマの行為をどうやって見せるかを考える必要がある。腕を大きく振る全身を動かすといったダイナミックな行為を捉える入力デバイスであれば、把握のしやすさは増加し、マウスやキーボードのように細かな行為を捉える入力デバイスであれば把握することは難しくなる。

処理プログラム

処理プログラムにおける受信部では、選択の結果の可視化をどのように行うかを考える必要がある。マウスやキーボードのような細かな行為を捉えるデバイスを用いる場合は、この部分を可視化することで把握のしやすさが増加する。たとえばマウスを動かすと画面上のカーソルの位置が動く、キーボードを押すと文字が表示されるといった方法により、入力デバイスの出力したデータから必要な部分を選択した結果を可視化する。

変換部では、どのようなマッピングを行うかを考える必要がある。複雑なマッピングであれば把握することは難しくなる。

生成部では、マッピングの結果の可視化をどのように行うかを考える必要がある。たとえば、伴奏システムの演奏を見せるというように、変換部で複雑なマッピングを行っていても、受信部の可視化と併用することで、把握のしやすさは増加する。変換部でのマッピングの結果を可視化する。

音響機器

音響機器では、音の変化をどのように伝達するかを考える必要がある。適切な音量や音質を選択することで、把握のしやすさは増加する。

4 具体例への適用

音を伴う身体パフォーマンスの具体例として、音を伴う身体パフォーマンスである aeo と生成的な音楽プログラミング環境である Sonasphere を用いたパフォーマンスの2つを示し、モデルを適用して、各システムにおける聴覚インタラクションを考察する。

4.1 aeoによるパフォーマンス

aeo は音を伴った身体表現の可能性を追求しているパフォーマンスユニットであり、これまでに国内外でパフォーマンスを行っている[9, 10]. aeo のパフォーマンス(図5)では、ステージ上のパフォーマが手に持った入力デバイスを動かすことで、その動きに伴って音が発せられる。



図5 : aeo のパフォーマンス

aeo のパフォーマンスは、ステージ上のパフォーマンスと、その行為に伴う音を生成するシステム、そして観客から構成される。パフォーマンスの行為は、加速度センサを内蔵した手持ち型の入力デバイスによって捉えられる。この入力デバイスは大きく腕を動かすというパフォーマンスのダイナミックな行為を捉えるため、直接観客がパフォーマンスの行為を観察することができる。処理プログラムに関しては、入力デバイスの出力と音響信号の変化のパラ

メータとが一對一で対応している。従って、パフォーマンスの行為とシステムが返す音の変化との因果関係を把握することは容易である。

4.2 Sonasphereを用いたパフォーマンス

Sonasphere[8]は、仮想空間内に浮かぶオブジェクト群をマウスで操作することにより、音の変化を生み出す音楽プログラミング環境である。3次元ビジュアルインタフェースに基づくインタラクティブな音楽プログラミング環境であり、制御構造や音声信号の流れをビジュアルとして聴衆に提示することによって、音楽のパフォーマンスに音以外の新しい意味を付加することを試みている。図6にSonasphereのスクリーンショットを示す。

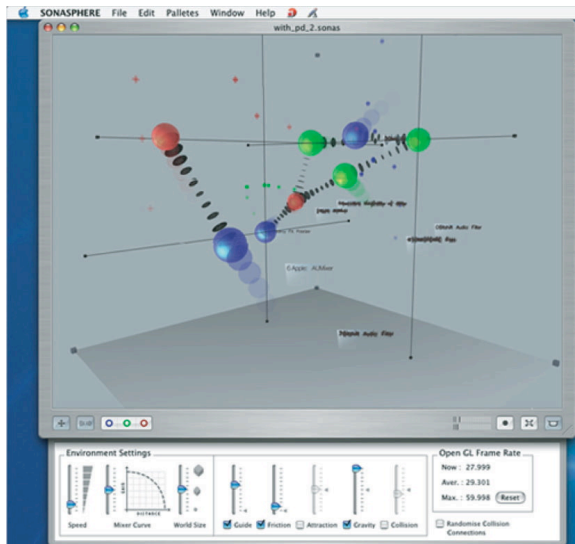


図6 : Sonasphere [8]

通常、マウスで操作するシステムの場合、パフォーマンスの行為は指先だけに限られるため、直接観客がパフォーマンスの行為とシステムが返す音の変化との因果関係を把握することは難しい。また3次元の仮想空間内での力学系の変化と言った複雑なマッピングを行う場合、音の変化だけをたよりに因果関係を把握することは難しい。

Sonasphereを用いたパフォーマンスでは、受信部の可視化により操作の過程を見せるとともに、生成部の可視化によってマッピングの結果を見せることで、上記の問題を解決し因果関係を把握しやすくしている。

5 議論

本稿では、聴覚インタラクティブシステムのモデルと、そのシステムを用いた音を伴う身体パフォーマンスのモデルを提案した。観客がパフォーマンスの行為とシステムが返す音の変化との因果関係を把握することが重要である、という主張のもと、音を伴う身体パフォーマンスの聴覚インタラクションデザインを行う際に考慮すべき点を論じた。2つの音を伴う身体パフォーマンスにモデルを適用し、システムの個々の要素について論じた。その結果、因果関係の把握と言う観点から、聴覚インタラクションデザインを行う上においては、

- ・行為を観客に見せること
- ・行為と音の変化とのマッピング
- ・可視化との併用

の3点を考慮することが重要であると考えられる。

行為を観客に見せること

行為をどの程度観客に見せることができるかということは、インタラクティブなシステムを用いた場合、入力デバイスが捉えることのできる行為のダイナミクスに大きく左右される。ただし、入力デバイス自体が行為に応答して何らかの変化、たとえば形状が変化したり、光ったり、を返すことができれば、その行為のダイナミクス自体は細やかな場合でも観客に対しその行為を見せることが可能になる。また、これはパフォーマンスにとっても、自分の行為を確認する上での有効な情報となると考えられる。この場合はシステムとのインタラクションではなく入力デバイスとのインタラクションと言うことになるが、行為を観客に見せると言う点で興味深く、今後議論を深める必要がある。

行為と音の変化とのマッピング

行為と音の変化との複雑なマッピングでは行為と音の変化との因果関係を把握するのが難しく、そのため可視化との併用が求められる。しかし、複雑なマッピングであってもその関係性を学習することで理解が深まるということを考えることができる。一過性のパフォーマンスでは、マッピングの学習を即座に行うことは難しいが、繰り返しパフォーマンスが行われるような状況であれば、

複雑なマッピングを適用して、観客の学習の程度に応じて、同じ音の変化から獲得できる情報量が変化し、因果関係の把握も異なってくるということも考えられる。

可視化との併用

Sonosphere を例にとり、細やかな行為を捉える場合や、マッピングが複雑な場合は、因果関係を把握する上で可視化との併用が必要である、と述べた。しかし、前述の行為に応答する入力デバイスや、マッピングの学習の例を考えると、受信部や生成部での可視化との併用がなくとも因果関係の把握が可能になると考えられる。

6 まとめ

本稿では、音を伴う身体パフォーマンスのためのモデルを提案し、実際のパフォーマンスに適用した。今後は、より多くの事例に対しモデルとの検証を行い、モデルを精緻なものとする事で、聴覚インタラクションデザインを行う上での指針の一つを提供できればと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、高嶋章雄氏に多大なる貢献をいただいた。この場を借りて感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Kramer, G. An introduction to auditory display, In Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces (ed. Kramer, G.), SFI Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XVIII, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1994, pp.1-77.
- [2] Blattner, M., Sumikawa, D. & Greenberg, R. Earcons and icons: Their structure and common design principles, Human-Computer Interaction 4(1), 1989. pp.11-44.
- [3] Gaver, W. W., Auditory icons: Using sound in computer interfaces, Human-Computer Interaction. 2, 1986, pp.167-177.
- [4] 木本 雅彦, 大野 浩之「管理情報可聴化システム (stetho) の拡張とその評価」情報処理学会 分散システム運用技術シンポジウム, 2001.
- [5] Performance Theory, Richard Schechner, Routledge 1985. pp.31.
- [6] Laurel, B. Computers as Theatre, Addison-Wesley, 1993, pp.31-32.

- [7] Chadabe J., The Limitations of Mapping as a Structural Descriptive in Electronic Instruments, Proceedings of NIME02, 2002.
- [8] 徳井直生, 伊庭斉志「SONASPHERE - インタラクティブな音楽プログラミング環境」, インタラクション 2004, 2004.
- [9] aeo 「フランス・ペーコン展関連イベント」, セラルヴェス財団現代美術館, ポルトガル, 2003.
- [10] aeo 「福島県立萌世高等学校鑑賞授業」, 県立萌世高等学校, 福島, 2003.