

コンデンサマイクによる音源位置検出を利用した 電子楽器インタフェース

馬 場 哲 晃[†]

An Interface of Musical Instrument that Uses Position of Sound Source by EC Microphone

TETSUAKI BABA[†]

1. はじめに

ピアノや鉄琴・木琴等の打楽器は非常に魅力的な音を持つだけでなく、音階を持つことで、演奏者にとって幅の広い音楽表現が可能となる。一方で私たちの身の回りのモノに目を向けると、自らの身体、テーブル、鉄柱、ガードレール、皿等は、楽器と遜色なく魅力的とは言い難いが、一つ一つが異なる独自の音を持つ。これらの音を手軽に音階を持つ音色に変える装置開発を本研究の目的とする。本システムの完成により、楽器表現の拡張、さらには身近なものを楽器として扱える点から、幼少時における音楽教育との連動が期待できる。本稿ではその研究経過を報告する。

演奏方法としてピアノに代表される鍵盤楽器のメタファを利用する。左から右へ音階を作成し、ユーザは任意のオブジェクト（テーブルや鉄柱等）を叩くことで、叩いた音とその位置に応じた音階に修正され、出力される。図1にシステム概観を示す。

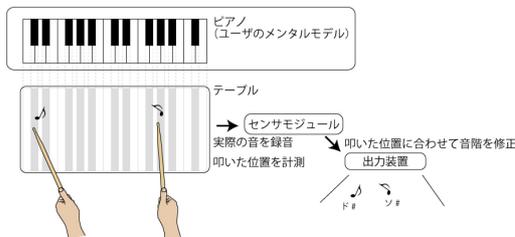


図1 目的とするシステムの概要

2. 関連研究

ユーザが叩いた位置を検出するために、本研究の趣旨を踏まえた上で有効と考えられる事例として、音源位置特定法を用いた距離測定があげられる。代表的な事例として Ishii¹⁾らは卓球台天板裏にマイクを配し、ピンポン玉が落ちる場所を検出した。本研究では楽器演奏がユーザのインタラクションとなり、音伝搬の材質や、叩き具合に左右されにくい位置検出法が必要となる。またユーザビリティを考慮し、容易にデバイスを様々なオブジェクトに装着できる工夫が必要である。本研究ではまず1次元位置情報（ユーザにとっての左右位置）の取得を対象とし、実装する。

ユーザが叩く音を録音し、その音を加工する観点から Davidら²⁾の研究があげられる。Davidらは、ユーザがペインティング・ナイフやブラシスティック等のデバイスでオブジェクトをなぞる、叩く、切るといった音をその場で録音・加工し、ユーザにリアルタイムでフィードバックするシステムを提案した。材質によって叩く音が変わる点が本研究と類似しているが、位置検出を用いて音階楽器としての利用を目指している点が異なる。

3. 実装

3.1 デバイス

本研究ではユーザが叩いた一次元位置情報を取得する。オブジェクトに取り付けるセンサとなるマイクの数はいくつか、ユーザに扱いやすく好ましい。そこ

[†] 首都大学東京システムデザイン学部

Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

複数の金属線からなる一種のドラムスティック

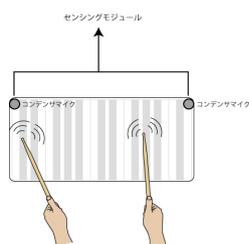


図 2 2点マイクによるシステム概観

で初期段階として2つのコンデンサマイクを用いてどの程度の位置検出が可能か試した。図2にマイクとオブジェクト、センシングモジュールの構成を示す。

ユーザ入力を検知し、左右のコンデンサマイクの入力時間の差分を用いて、簡易的に位置を取得する。この場合、音伝搬速度が入力ごとに異なる限り、絶対位置を検出することができない。しかし、ユーザ側が入力レベルを洗練することで一定の音伝搬速度を発生させることができれば、ある程度の演奏が可能であると考えられる。デバイスのマイクロコンピュータは20MHzで動作する。音速は媒体によって異なるが、大気中における速度340m/sとして仮定すると、音源発生位置を検出できる最小単位はおよそ0.01[mm]となる。これはユーザの識別できる入力解像度を十分に満たしていると言える。

3.2 ソフトウェア

センシングモジュールからのデータはRS232通信によってPCに出力される(図3参照)。PCソフトウェアでは入力されたデータを任意のスケールに割り当てる。今回制作したソフトウェアにはMIDIモード、DSPモードがあり、MIDIモードにはメロディとドラムスの2つのモードが存在する。MIDIモードでは検出した位置によってMIDI音源の楽器音を出力する。DSPモードでは録音した実際の打音を音階に変換して出力する。ただし本研究は初期段階であることから、今回はプログラムの開始時に打音を録音し、その音を音階に変換している。MIDIモードは本研究の目的とは外れるが、制作したセンシングモジュールの応用例を踏まえて実装した。試作したセンシングモジュールデバイスを図4に示す。

4. 考 察

制作したシステムを利用して演奏を試みた結果、音伝搬速度が一定になるようにユーザ側の入力を洗練することで、両コンデンサマイクを1m幅で取り付けた場合、16音階での演奏は可能となった。しかし音伝

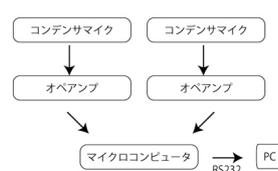


図 3 処理のブロック図



図 4 試作したモジュール

搬速度を一定にする為、演奏に強弱を付加することが本手法では難しい。強弱検知を付加するにはコンデンサマイクからの入力レベルを用いれば実現可能であるが、そのためには3点コンデンサマイクを利用し、絶対位置を検出すればよい。DSPモードでは事前に録音した音を利用したため、演奏者の演奏表現を制限してしまっている。これは今後の課題としたい。

5. 今後の展望

5.1 3点マイクによる検出

まずは2点マイクにより、どの程度位置検出が可能かを予備実験にて試みた。2点マイク間による入力時間差分だけでは絶対的な音源位置を特定できないが、3点マイクを用いることでその位置を求めることができる。音伝搬速度に依存しないことから、ユーザが入力強弱を自由につけることができる。ただしユーザビリティの面からのセンサモジュールの取り付け方法を考慮しなければ、デザインプロトタイプとしての魅力を下げる可能性があることに注意する。

5.2 他のインタラクシオンへの応用

今回はテーブル等のオブジェクトを叩き、その音源位置を特定したが、同じセンシングモジュールを利用して例えば、ユーザの拍手位置を検出することが可能となる。これは身体インタフェースとしてビデオゲームの入力装置などの発展が考えられる。

参 考 文 献

- 1) Hiroshi Ishii, Craig Wisneski, Julian Orbanes, Ben Chun, and Joe Paradiso. Pingpong-plus: design of an athletic-tangible interface for computer-supported cooperative play. In *CHI '99: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 394-401, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- 2) David Merrill, Hayes Raffle, and Roberto Aimi. The sound of touch: physical manipulation of digital sound. In *CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 739-742, New York, NY, USA, 2008. ACM.