

研究報告

『ペットプレイヤー』愛玩動物の振る舞いを与えた音楽プレイヤー  
**PET PLAYER: A MUSIC PLAYER WITH PET ANIMAL BEHAVIOR**

原 一步, 小坂 直敏

Kazuho HARA, Naotoshi OSAKA

東京電機大学大学院

Graduate School of Tokyo Denki University

概要

本稿では、音楽プレイヤーを、音楽を聴取することを目的として近くにいるユーザに音楽を提供することに加え、離れた場所にいるユーザの意識とは別に、音楽を伝搬する機能を持ったものとして考える。一般的な音楽プレイヤーから出力される音楽は常に一定の品質を持ち、ユーザの行動に応じて音楽の品質が変化する機能は搭載されていない。そのため、室内における、ユーザのデスクワークや読書といった行動形態と、音楽プレイヤーから出力される音楽の盛り上がりや落ち着きが背反し、ユーザにストレスを与えることがしばしばある。そこで、本稿は、室内のユーザの行動が音楽の聴取かそれ以外かを、音楽プレイヤーとユーザとの距離により判定し、遠い場合、音響信号に含まれる拍の間隔と、和音の各音の音の高さに揺らぎを与え、環境音楽として提供する『ペットプレイヤー』を制作した。本システムは、音響信号による表現に加え、それに同期する映像表現を行い、演出の向上を図る。

1. はじめに

近年では、音楽プレイヤーは多く普及し、生活の中で音楽を聴く機会は増加している。それに伴い、音楽情報検索 (MIR; Music Information Retrieval) では、ユーザの選曲の仕方によりユーザの楽曲の嗜好を推定する研究が多数報告されている (文献 [1])。その中で、矢倉らは再生中の音楽に対してユーザが次の曲にスキップする、あるいは更に受聴を続けるという行為を行うことにより、ユーザの作業時に再生する音楽を自動的に選定する音楽プレイヤーを提案しており (文献 [2])、より生活と音楽が密に関わっている。一方で、一般的に用いられる音楽プレイヤーは、選択した楽曲をそのまま出力し続ける機能が実装されており、室内におけるユーザの行動形態を検知し、音楽の曲調をリアルタイムに変化する機能はない。そのため、ユーザの生活の中の

行動と、音楽プレイヤーから出力される楽曲の雰囲気が背反することがしばしば発生する。

そこで、本稿では、室内のユーザと音楽プレイヤーとの距離に着目し、ユーザがシステムから離れた場合、出力中の音楽の拍に揺らぎを与えることや、和音を構成する各音の音の高さに揺らぎを与えることを行うことにより、ユーザにストレスを与えない環境音楽を提供する音楽プレイヤーの制作を試みる。

2. システム

『ペットプレイヤー』の全体のシステムを図1に示す。センサにより得られるユーザとシステム間の距離情報、及び人感情情報をシステムに入力すると、音響信号処理部で音楽の秩序を変化させた音響信号が出力される。また、映像表現処理部に音響信号処理部の拍情報を与えることにより、音楽の表現と同期した映像が出力される。以下、各処理部毎に詳細を述べる。

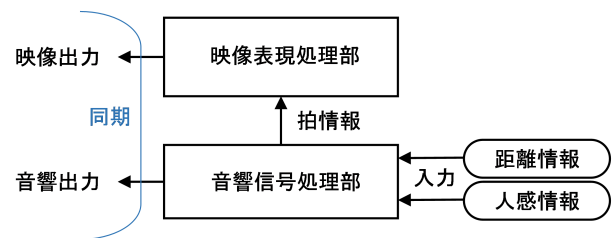


図1. システムの全体の処理

2.1. 音響信号処理部

音響信号処理部では1秒を1拍としたリアルタイムな音楽信号の合成、出力を行う。主な機能として、1) 和音の合成、2) 時計の針の音波形の読み込み、3) キック音の合成があり、各機構で出力される音響信号を加算して2チャンネルで出力する。システムの周囲で人体

が検出されない場合、拍を打つ度に1拍の間隔が500~1000msの乱数により決定され、リズムの知覚が困難な音楽を出力する。各合成信号にはディレイエフェクトを通過させ、残響効果を付与する。

### 2.1.1. 和音のFM合成

本システムの和音演奏の工程を図2に示す。本システムは任意の和音の進行を予め読み込む。毎回ランダムに設定される拍数を数えた時に、次の和音に向かい、各音の音の高さを2秒かけて滑らかに変化させて遷移する。本稿では、独断に基づいて調性が定まらない和音の時系列を定義し、システムに与えたが、本システムは和音の遷移を2秒かけて行う上、システムとユーザとの距離に応じて音の高さが変化するため、和音進行による効果は曖昧化すると考えられる。現在の和音情報を読み込み、和音から1音ずつMIDIノートナンバーを音の高さとして読み込む。音の高さはFM合成のキャリア周波数に変換され、FM合成(Frequency Modulation Synthesis)の1パラメータとして与える。FM合成の変調指数および変調周波数は、キャリア周波数を0.5倍したものを、距離情報の数値と掛け合わせたものを用いる。FM合成の最後に個々の1音の波形同士を加算し、出力する。

人体の存在が検出されなかった場合、各FM合成の処理について、乱歩による乱数を発生し、上下1オクターブになるように乱数を増幅して音の高さへ加算する。これにより、協和音でない音響信号を出力する。

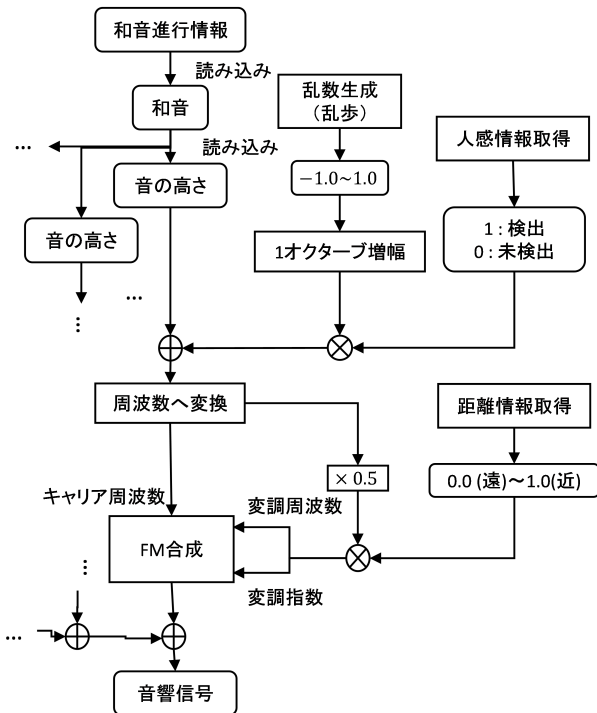


図2. システムの全体の処理

### 2.1.2. 時計の針の音の波形出力

音楽の拍を強調するために、1拍毎にアナログ時計の針の音波形を出力する。時計の針が進む効果音の波形を4種類用意し、予めシステムに読み込ませる。1拍毎に、4種類の音波形から無作為に1種類を選択し、波形の読み込みを行い音響信号の出力を行う。人感センサによる人感の検出が行われなかった場合、拍を打つたびに拍間の時間に乱数による揺らぎが与えられ、時計の針の出力の周期が不規則に変化する。

### 2.1.3. キック音の合成

キック音の合成は1拍を8分割した周期Tに同期し、図3.4に示す2つの発生確率の時系列に基づいて行われる。各時系列で0番目を開始位置とし、周期T毎に次の発生確率にそれぞれ遷移する。時系列の終端に到達した場合、次の遷移時に時系列の先頭に戻る。周期T毎に、現時刻における発生確率を基にキック音の合成を行うか判定する。ただし、並行する2つの発生確率で両者において合成が行われる判定が行われた場合、キック音は並行して2つ合成され、加算合成される。合成が行われる場合、50~100[Hz]から無作為に選んだ周波数により正弦波を合成し、コンプレッサを通過させ、キック音として出力する。

ユーザとシステムの距離の遠近に応じて、各キック音の発生確率に対して-50~50%の増減が行われる。また、システムが人体の検出を行わなかった場合、キック音の合成は行われない。

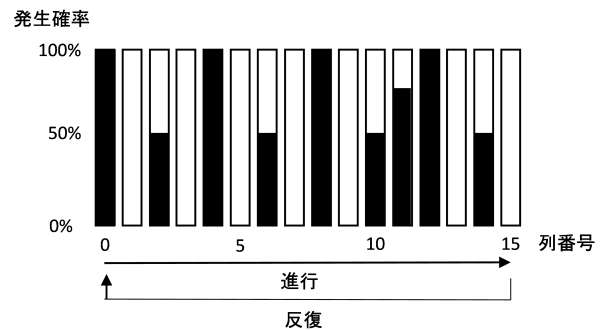


図3. キック音1の発生確率の時系列

## 2.2. 映像表現処理部

映像表現処理部では、音響信号処理部の和音の進行と、時計の針の音を、それぞれ複数の円の集団行動と針の進行により視覚的に表現する。映像は秒間60フレーム出力される。

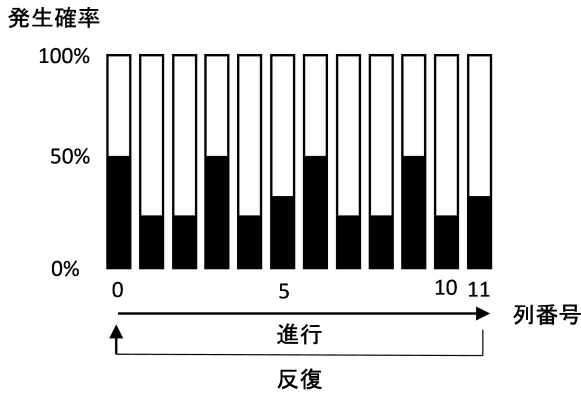


図 4. キック音 2 の発生確率の時系列

2.2.1. 複数の点の集団行動による和音進行の表現

音響信号処理部で行われる和音の変化，ドラム音によるリズムの表現と，色を持った点の集団行動の変化を対応付ける．点はそれぞれ赤，青，緑，黄の4色のグループに分けられ，それぞれ図 5a,b のいずれかの動作パターンに基づいて集団行動を行う．同図 a では，グループ内の各点を画面の横幅に合わせて等間隔に配置し，正弦波が出力される軸の高さと周期を与えられた横向き正弦波に追従するように移動する．同図 b では，任意の中心座標と半径を与えた円上に等間隔に点を配置し，反時計回りに回転する．各色グループ毎に任意のパラメータを与えた複数の動作パターンを順序を持たせて保持する．和音の進行時に，各点は次の動作パターン上におけるそれぞれの座標に向かって滑らかに遷移する．

人体の検出が行われなかった場合，各色グループの点は，図 5 のいずれかの動作パターンに沿った移動を中断し，各点毎にランダムな方向を持たせ，点それぞれで移動を開始する．この状態において，再度人体の検出が行われた場合，中断した動作パターンに沿った点の運動が再開される．

ドラム音の合成が行われた場合，全ての点において半径が 1.5 倍増加する．その後，1 フレーム毎に各点の半径を 0.9 倍させ，元の半径に収集するまで縮小を行う．

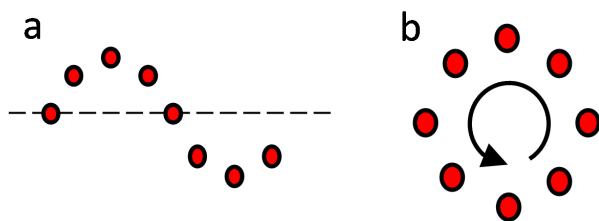


図 5. 1 グループにおける動作パターン

3. 実装

『ペットプレイヤ』の実装時のシステム構成を図 6 に示す．また，使用言語とその機能を表 1 に示す．本作品では，音響信号処理部および映像表現処理部を Windows マシン上で実装し，センサ情報の取得処理を Raspberry Pi マシン上で実装した．

距離センサは赤外線照射部から直線上に存在する物体の距離を，約 10~200cm の範囲内で測定可能なシャープ測距モジュールを使用した．人感センサは，半径 3m 程度の円領域内において人体を検出する焦電型赤外線センサを用いた．センサ情報は Raspberry Pi に Python をインストールし，1 秒間あたり 60 回のサンプリングレートで取得するように設計した．音響信号処理部は，音響のリアルタイム処理に特化したデータフロー型プログラミング言語の Pure Data[3] を用いて実装した．映像表現処理部は，Processing を用いて実装した．各処理部間の情報の送受信は，Open Sound Control[4](以下，OSC) の規格に基づいた通信を各処理部で行うことにより実現した．

本作品の配置図を図 7 に示す．本作品は，デスクトップコンピュータの一般的な配置の一例を基本として，各機器を配置した．また，マシン間の OSC 通信を有線 LAN により行われるようにローカルネットワークを構築した．

表 1. 使用言語の一覧

使用言語	機能
Python	センサ情報の取得
Pure Data	センサ情報の取得及び音響信号の合成
Processing	出力音響と同期した映像表現

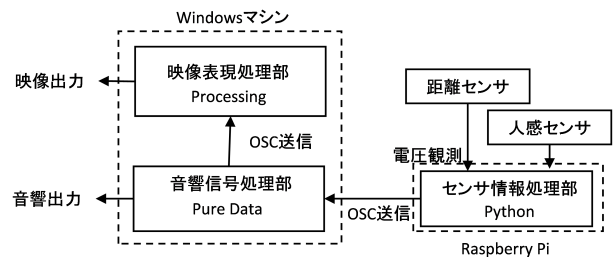


図 6. システム全体図

4. システムの動作手法と映像表現の出力例

ユーザは『ペットプレイヤ』に対して以下の 2 点の動作を行うことが可能である．1) 本作品から離れる，あるいは近づく．2) 距離センサから離れる，あるいは

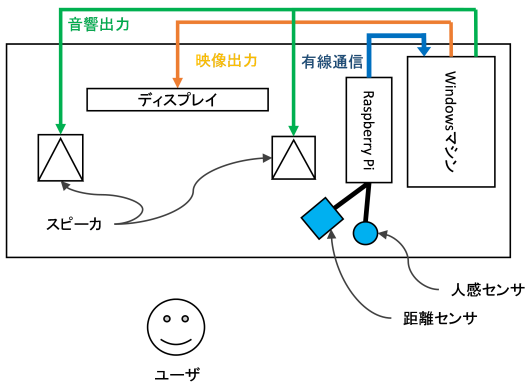


図 7. システムの配置図

近づく. 1) でユーザがシステムに近づいた場合, システムから秩序を持った音楽が出力される. また, ディスプレイでは, 図 8,9 に示す 4 色の点によるパターンの表現が出力される. 一方で, ユーザがシステムから遠ざかった場合, 出力される音楽は無秩序になり, 画面内に存在する点は, 図 10 に示すように, 各々が無造作に移動を開始する. 2) で距離センサにユーザが近づくと, キック音が発生する確率が増加し, 出力する音楽がより強調される.

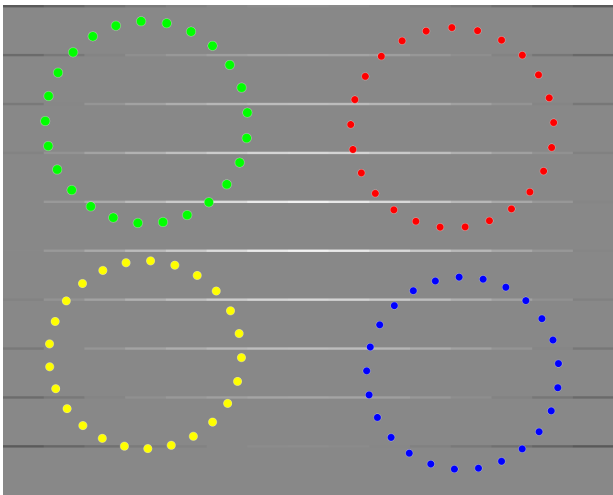


図 8. 複数の点によるパターンの表現例 1

## 5. 謝辞

本作品を制作するにあたり, ご指導を頂いた東京電機大学音メディア表現研究室の小坂直敏先生に深く感謝致します. また, 助力して頂いた研究室メンバーの皆様に感謝の意を表します.

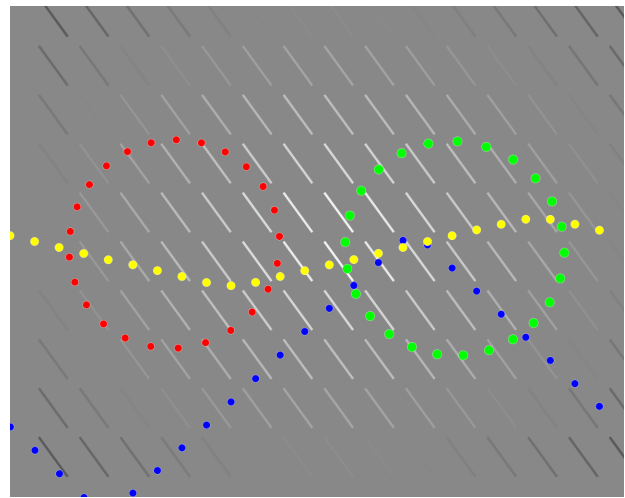


図 9. 複数の点によるパターンの表現例 2

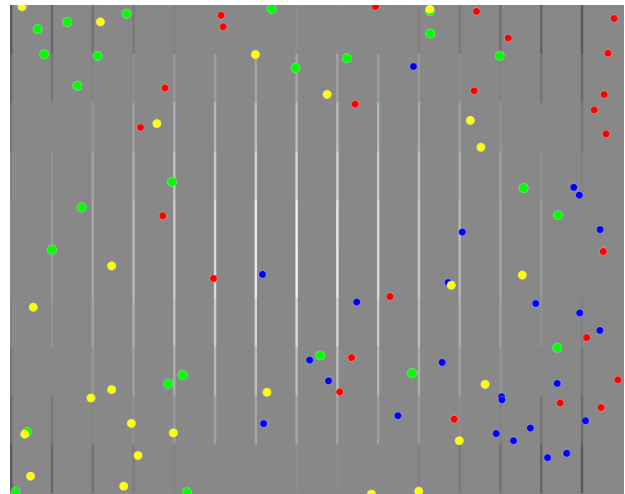


図 10. 複数の点による無造作な移動の表現例

## 6. 参考文献

- [1] 吉井和佳, 後藤真孝 “音楽推薦システム 7”, 情報処理, 2009, Vol.50, No.8, p.751.
- [2] 矢倉大夢, 中野倫靖, 後藤真孝 “作業用 BGM に特化した楽曲推薦システム” 音楽情報科学, 2016, No.3, pp.1-10.
- [3] PUCKETTE, Miller., et al. “Pure Data: another integrated computer music environment”. in “Proceedings of the second intercollege computer music concerts”, pp.37-41, 1996.
- [4] WRIGHT, Matthew., FREED, Adrian., MOMENI, Ali. “Opensound control: State of the art 2003.” in *Proceedings of the 2003 conference on New interfaces for musical expression*. National University of Singapore, pp.153-160, 2003.

## 7. 著者プロフィール

### 原 一步 (Kazuho HARA)

東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻 音メディア表現研究室所属。音楽と他媒体との連携に関する研究を行う。これまでに、動画像内の移動物体の衝突と同期して、衝突音の合成を行うソニフィケーションシステムなどを制作。

### 小坂直敏 (Naotoshi OSAKA)

東京電機大学 未来科学部情報メディア学科教授。博士(工学)。1978年早大院修了。同年電電公社(現NTT)入社。NTT基礎研究所勤務。通話品質、および音声対話研究に従事。2003年より現職。1991年以降コンピュータ音楽の研究および制作に従事。コンピュータ音楽情報処理学会 音楽情報科学研究会主査(2002-2003)、ICMA 副会長(アジアオセアニア地区担当 2002-2003)等を歴任。現在、先端芸術音楽創作学会会長(2009.6-)。情報処理学会、電子情報通信学会、日本音響学会、先端芸術音楽創作学会、ICMA (International Computer Music Association)、IEEE 各会員。