

パラメトリックスピーカーを用いた 音楽ゲーム Sound Shooting の提案

小山内 晴紀¹ 澤野 弘明¹ 土屋 健² 小柳 恵一³

概要: アミューズメント施設に設置されているゲームのエンターテインメント性の要素の一つに音が挙げられる。本論文ではユーザが音源の位置を自在に変化させ、タイミングに合わせて効果音を発生させる音楽ゲーム “Sound Shooting” を提案する。このゲームは、音源の位置の変化を表現するために指向性を持つパラメトリックスピーカーを用いる。パラメトリックスピーカーは音が一直線上に進み、壁などの遮蔽物で音が反射する性質を持つ。ユーザがパラメトリックスピーカーを手に持ちスクリーンに向けることで、スクリーン上の音源の位置が制御され、アクションと連動した立体的な音響効果の演出を行う。実験の結果、ユーザの操作に連動したポイントをオブジェクトに当てたときに、スクリーン上のオブジェクトの位置から効果音の生成が確認された。また、音響に関しての立体感をユーザに提示することができた。

Music Game Sound Shooting with a Parametric Speaker

HARUKI OSANAI¹ HIROAKI SAWANO¹ TAKESHI TUCHIYA² KEIICHI KOYANAGI³

1. はじめに

アミューズメント施設に設置されているゲームのエンターテインメント性の要素の一つとして音が挙げられる。株式会社コナミデジタルエンタテインメントから販売されている “METAL GEAR ARCADE” [1] では、5.1ch サラウンド音響が使用されている。このゲームではスピーカーが向いている方向やスピーカーとユーザとの位置関係により、音が立体的に表現される。従って、空間的なエンターテインメント性の効果が期待される。また、タイミングによる効果のアプローチとして、株式会社バンダイナムコゲームスから “太鼓の達人” [2] が販売されている。太鼓の達人では、ユーザがパチを持ち、タイミングに合わせて太鼓を叩くことで、スピーカーから流れている楽曲に太鼓の

効果音を合成させている。効果音と楽曲によって作られた音楽と、太鼓を叩いたときに生じる感覚がタイミングよく発生されることで、時間軸におけるエンターテインメント性の効果が期待される。本論文では空間的かつ時間的なエンターテインメント性を考慮して、ユーザが音源の位置を自在に変化させ、タイミングに合わせて効果音を発生させる音楽ゲーム “Sound Shooting” を提案する。

今回提案する音楽ゲームでは、音源の位置の変化を表現するために指向性を持つパラメトリックスピーカー (図 1) を用いる。パラメトリックスピーカーには音が一直線上に進み、壁や障害物などの遮蔽物で音が反射する性質を持つ。アミューズメント施設に設置されている音楽ゲームは、リズムに合わせてボタンを押すなどのアクションにより、固定されたスピーカー (音源) から音が生成される。一方 Sound Shooting では、両手をポイントに見立て、手のジェスチャーによってポイントを操作する。そのポイントをスクリーン上に出現するオブジェクトに当て、当てられたオブジェクトから音が生成される。ユーザがパラメトリックスピーカーを手に持ちスクリーンに向けることで、ユーザのアクションに連動してスクリーン上の音源の位置が制御される。音源位置の変化によりアクションと連動した立体

¹ 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科
Graduate School of Business Administration and Computer
Science, Aichi Institute of Technology
1247 Yashigusa Yakusa Toyota Aichi, Japan

² 諏訪東京理科大学
Tokyo University of Science, Suwa
5000-1 Toyohira Chino Nagano, Japan

³ 早稲田大学
Waseda University
2-7 Hibikino Wakamatsu Kitakyuusyuu Fukuoka, Japan

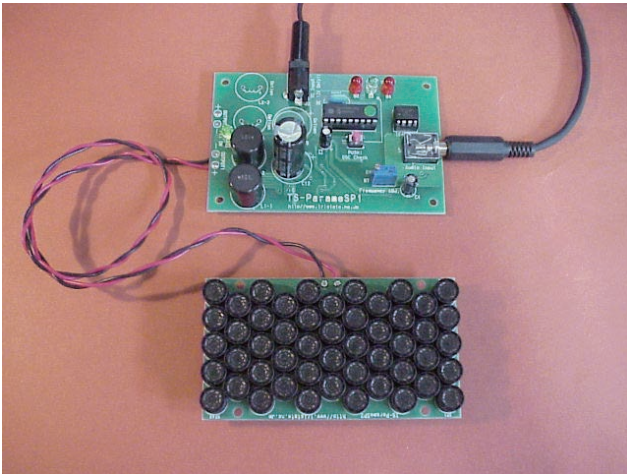


図 1 パラメトリックスピーカー (参考文献 [3] より参照)
Fig. 1 Parametric speaker (referred from [3])

的な音響効果の演出を目指す。

2. Sound Shooting の概要

Sound Shooting のテーマは「音の射的」である。射的には「狙う」と「当てる」という二つの動作があり、提案するゲームでは狙うという動作を手のジェスチャーで行う。手と肩の延長線の位置がスクリーン上におけるポイントとして、ユーザが操作する。スクリーン上の的に見立てたオブジェクトにポイントが当たると、手に持ったパラメトリックスピーカーからオブジェクトに向けて効果音が発生される。すなわちあたかもスクリーン上でポイントを当てられたオブジェクトが音源として音が聞こえる特徴を利用する。図 2 はスクリーン上のオブジェクトが音源としてスクリーンから音が聞こえてくる様子を表している。Sound Shooting では効果音が射的の弾、パラメトリックスピーカーが射的の銃を表現している。すなわち、効果音が射的の弾として位置付けられる。ゲームの流れを以下に示す。

- (1) ユーザの正面にあるスピーカーからベース音やドラム音が流れる。
- (2) スクリーン上の的となるオブジェクトが表示される (図 3)。
- (3) オブジェクトの大きさが時間によって変化する。
- (4) ユーザがジェスチャーでポイントを操作し、タイミングよくパラメトリックスピーカーをスクリーンに向け、狙いを定める (図 4)。
- (5) ユーザがタイミングよくポイントをオブジェクトに当てた場合、リズムに合った効果音がパラメトリックスピーカーから生成され、オブジェクトが消滅する。タイミングが遅れた場合、オブジェクトはフェードアウトされる (図 5)。
- (6) オブジェクトに当たった場合、得点が加算される。
- (7) 音楽が終了した時、ゲームは終了される。

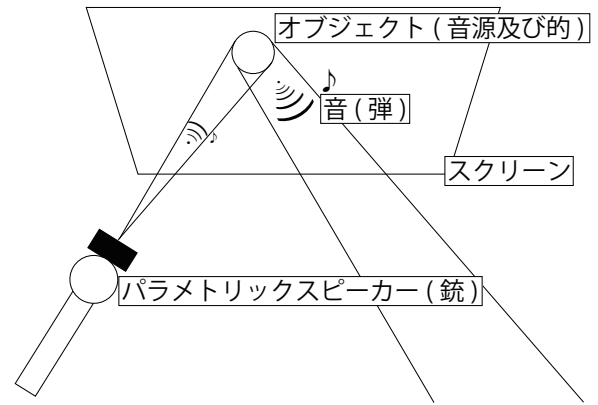


図 2 音をスクリーンに当てたときの様子
Fig. 2 A situation when a sound is irradiated in a screen

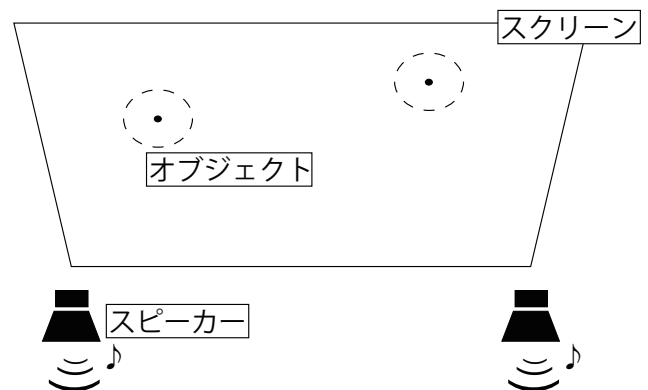


図 3 オブジェクトの出現
Fig. 3 The appearance of an object

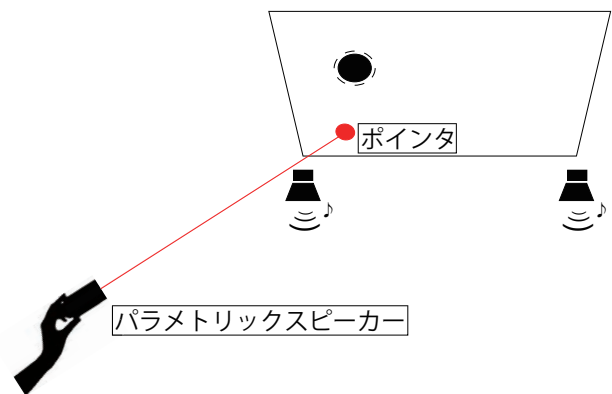


図 4 ポインタの移動
Fig. 4 Movement of a pointer

3. Sound Shooting の実現方法

Sound Shooting を実現するための処理の流れを以下に示す (図 6)。ここで RGB 画像と深度画像は Kinect[4] により取得される。

- (1) Kinect から深度 (距離) 画像の取得
- (2) 取得した深度画像からユーザの検出

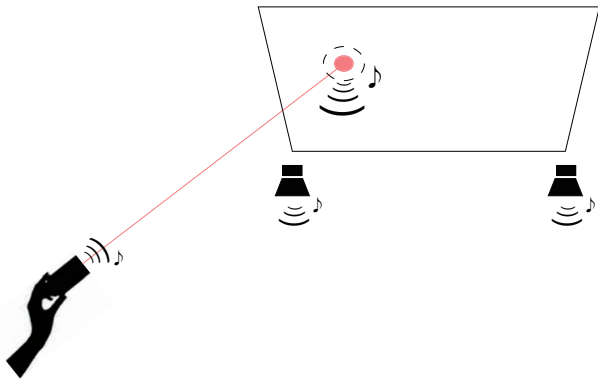


図 5 パラメトリックスピーカーから音の生成
Fig. 5 Generation of a sound from parametric speaker

- (3) 検出されたユーザの骨格情報 (座標) の抽出
- (4) 骨格情報を世界座標系からスクリーン座標系に変換
- (5) 両手と両肩の延長線上のスクリーンにポインタの描写の実行
- (6) ゲームの経過時間に応じたオブジェクトの描写の実行
- (7) スクリーン上のポインタの座標の位置に応じて、オブジェクトの消滅及び効果音の生成

なお、上記番号と図 6 中の番号は一致している。実空間の座標とスクリーン上の座標を一つの座標系で扱うため、カメラキャリブレーションを行う。あらかじめ計測したユーザ、スクリーン、及び Kinect の位置によるキャリブレーションを行う。提案システムにおける位置関係を図 7 に示す。ポインタの位置はユーザの両手と両肩の延長線のスクリーン上に現れる。ユーザの手と肩の座標を取得するため Kinect を利用する。しかし Kinect における画像上の手と肩の抽出精度はあまり高くないため、フレーム間でポインタのぶれが生じる。そこで手と肩の座標に対して、過去数フレームの座標を用いた移動平均アルゴリズム [7] を使用し、ぶれを低減させる。また、オブジェクトとポインタは画面全体を、横 w 分割、縦 h 分割し、合計 wh 個の指定座標から出現させて狙いを定めやすくすることにより、素早いジェスチャーにも対応させる。画面を分割することにより、ポインタのぶれに影響されにくくする。画面の分割方法及びオブジェクトとポインタの出現場所を図 8 に示す。

4. 実験と考察

提案システムを用いて実験を行う。ツール実装には、2.4GHz Intel Core 2 Duo CPU and 2GB memory の PC を用いた。使用する機材は、Kinect、パラメトリックスピーカーである。パラメトリックスピーカーには有限会社トライステートのパラメトリック・スピーカー実験キット [3] を利用している。画像処理ライブラリとして OpenCV[5]、Kinect 用 API として OpenNI[6] を利用する。画面の分割数を $w = 3, h = 5$ とする。実験の様子を図 9 に示す。ま

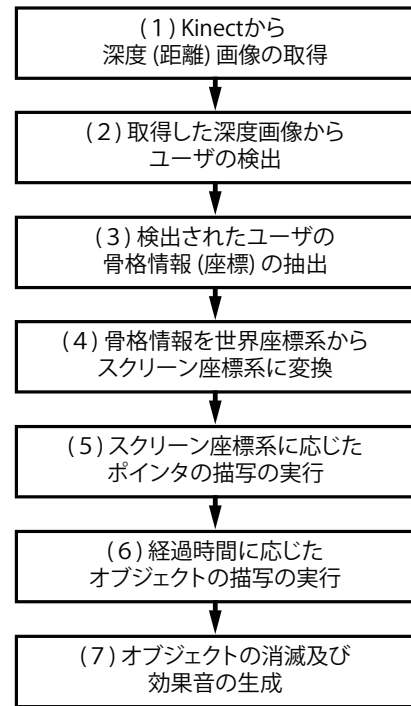


図 6 処理の流れ
Fig. 6 Processing flow

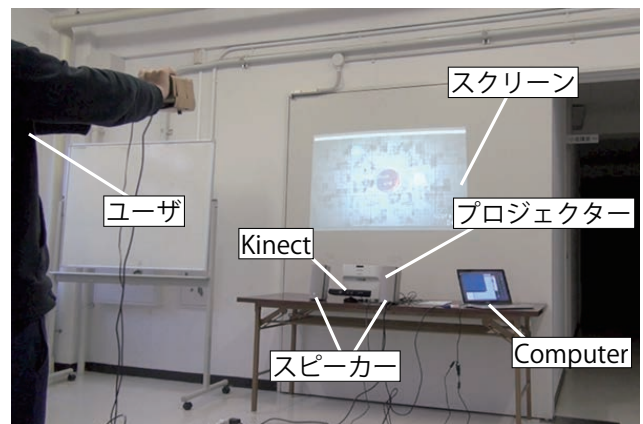


図 7 Kinect, ユーザ, スクリーンの位置関係
Fig. 7 Relationship between a Kinect, a user, and a screen

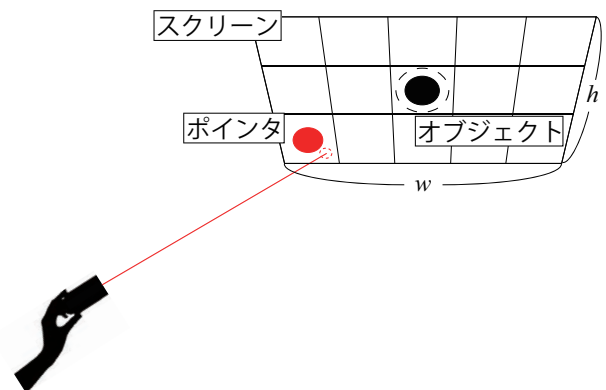


図 8 画面の分割方法
Fig. 8 Method of dividing screen

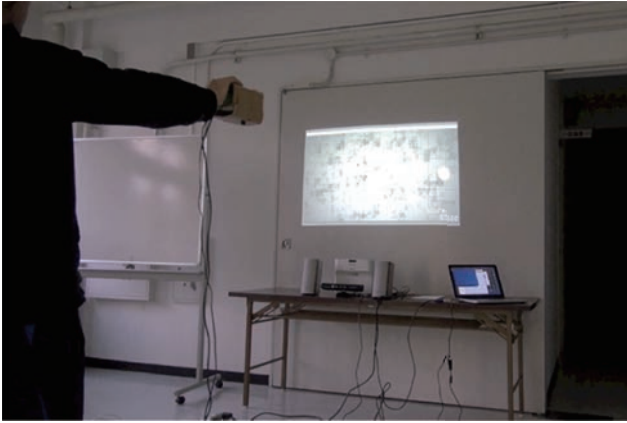


図 9 実験の様子

Fig. 9 The situation of an experiment

た、ゲーム開始場面とゲーム実行場面を図 10 及び図 11 に示す。ここで、パラメトリックスピーカーをユーザが持ち、スピーカはユーザの正面に設置される。右手と左手のパラメトリックスピーカーからは効果音を流し、正面のスピーカからはベース音とドラム音を流す。

提案システムを利用した結果、ポインタをオブジェクトに当てたときに、スクリーン上のオブジェクトの位置から効果音の生成が確認された。一方で早めのタイミングでオブジェクトにポインタを重ねた場合、早めに効果音が生成された。またタイミングが遅れた場合は、オブジェクトがすでに存在しないため、効果音が生成されないことが確認された。従来の音楽ゲームに比べ、音響に関する立体感をユーザに提示することができた。

しかし従来の音楽ゲームでは音楽に合わせてボタンを操作するため、ボタンを押す感覚や振動による触感をユーザに与えられるが、提案する音楽ゲームでは手のジェスチャーにより操作するため、触感をユーザに与えられずボタン操作より手応えが感じられないという問題点が挙げられる。また、図 12 のようにユーザが無理に手首を曲げた場合、パラメトリックスピーカーの向きが必ずしも手と肩の延長線上に存在せず、意図した位置に音源が移動しないことが確認された。そこでパラメトリックスピーカーの向きをマーカーなどで推定することが課題として挙げられる。

5. おわりに

本稿では、パラメトリックスピーカーを用いた音源位置の変化する音楽ゲーム Sound Shooting を提案した。提案したゲームでは、音源位置の変化を利用し、アクションと連動した立体的な音響効果の演出を行った。また提案したゲームではユーザ正面のスクリーンを音源の対象としているが、ユーザの左右に反射用の壁や、凹凸を持つ物体を設置することで音のプロジェクトンマッピングとしての次世代ゲームへの応用が期待される。

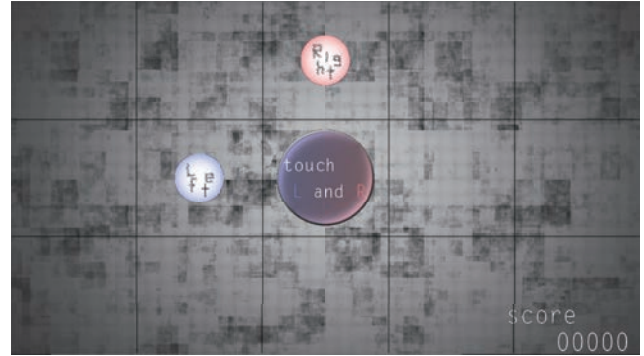


図 10 ゲーム開始画面

Fig. 10 Image of game start

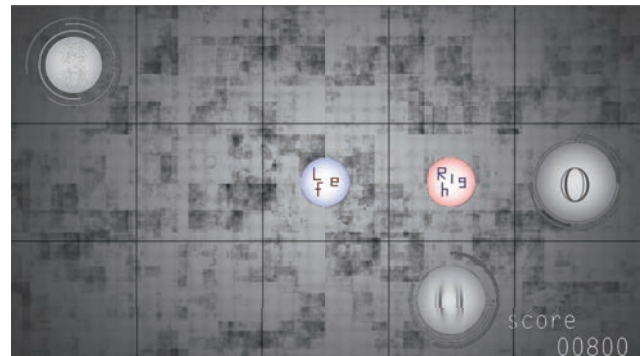


図 11 ゲーム実行画面

Fig. 11 Image while game playing

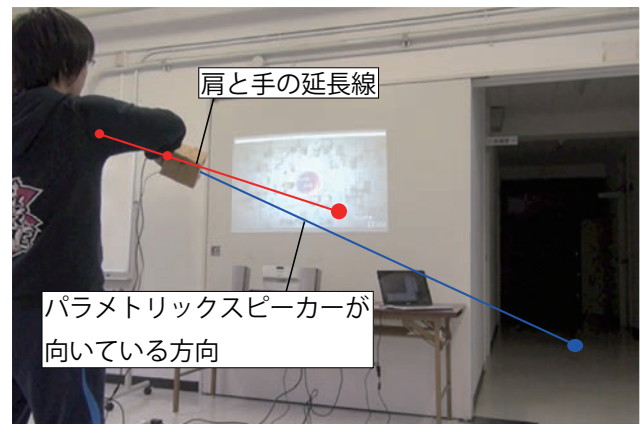


図 12 パラメトリックスピーカーの向きのずれの例

Fig. 12 Example of gap of parametric speaker orientation

参考文献

- [1] METAL GEAR ARCADE: www.konami.jp/mg_arcade/
- [2] 太鼓の達人: <http://taiko-ch.net>
- [3] パラメトリック・スピーカ実験キット: <http://www.tristate.ne.jp/parame.htm>
- [4] Kinect: <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [5] B. Gary, K. Adrian, 松田晃一 (訳), “詳解 OpenCV-コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識”, 株式会社オライリージャパン (2009)
- [6] 中村薫: “KINECT センサープログラミング”, 秀和システム (2011)
- [7] 大重力, 森本義広, 神田一伸: “例題で学ぶ過渡現象”, 森北出版 (1988)