

センサフュージョンによる打楽器インタフェース

Percussion Instrument Interface Using Sensor Fusion

小川 智久[†] 甲藤 二郎[†]
Tomohisa Ogawa Jiro Katto

1. 概要

楽器演奏者にとって、練習環境の確保は重要である。しかし、ドラムについては楽器の特性上、奏者の好きな場所、時間に練習することは難しい。そういった問題を解決したインタフェースとして、Wii Music[1]などが挙げられるが、打ち分け操作が直感的とはいえず、ドラム練習としては不十分であった。また、文献[2]において、ジャイロセンサを利用することで、打ち分けを直感的にする試みを行ったが、打ち分け精度に問題があった。

そこで本稿では、加速度センサ・ジャイロセンサ・深度センサの三つのセンサを組み合わせる新しいドラムインタフェースを提案する。

2. 提案手法

本研究が提案するシステムについて説明する。今回センサとして、加速度センサ及びジャイロセンサを内蔵している Wii リモコン[3]及び、深度センサをもつ Kinect[4]を利用する。ユーザは図1のように画面内に描画されたドラムセットを叩くことにより、フィードバックとしてドラム音や打楽器の点灯・Wii リモコンの振動などが得られ、打楽器演奏を楽しむことができる。また図1のようにユーザ自身の骨格情報が画面内に描画され、それを指標に打楽器の打ち分けを行うことができる。

提案システムは、大きく分けて発音タイミングを認識する処理及び、発音する楽器を識別する処理の二つの処理に分けられる。発音タイミング判別部は、加速度センサ及びジャイロセンサを利用した発音タイミング判別を行っている。対して、打楽器の判別では主に深度センサを利用した判別を行う。各処理について詳しく説明していく。

2.1 発音タイミング判別

打楽器発音タイミング判別部について説明する。ここでは、Wii リモコンから得られるジャイロセンサ及び加速度センサの値を利用する。発音タイミング識別を行う前に図2のような前処理を行う。まず、Wii リモコンの下向きの角速度を得るためには、Wii リモコンの向きが必要であるが、ジャイロセンサを単純に積分して向きを算出すると、センサの誤差が積分によって大きくなる累積誤差と呼ばれるものが生じる。そこで拡張カルマンフィルタを用いることで、角速度の補正を行うと共に、Wii リモコンの向きを補正し、そこから Wii リモコンの下向きの角速度を計算する。拡張カルマンフィルタについては、文献[2]と同じように入力変数及び状態変数を設定した。

発音タイミング判別方法を図3に示す。ここで ω はWii リモコンの下向きの角速度である。ドラムの奏法としては、おおまかに分けて強く叩く(フルストローク・ダウンストローク)場合と、弱く叩く(タップストローク・アップストローク)がある。強く叩いた場合は角速度のピークが強く出るため、ピーク時に発音を行うが、弱く叩いた場合はピ

ークも弱くするため、ピーク時に発音すると、誤認識が増えてしまう。そこで、弱く叩いた場合は、ピーク後の角速度の戻りの傾きを閾値判別して発音タイミングを認識するようにする。

また発音後は、 ω が0以上になる、つまりリモコンが振り上げられる動作を検知することで、1ストローク中に二回発音されることを防いだ。

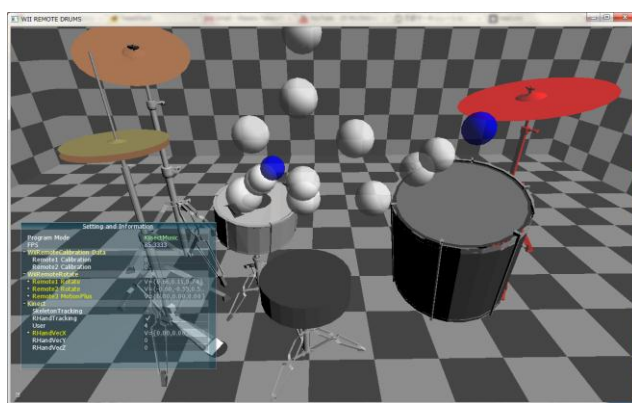


図1.アプリケーション画面

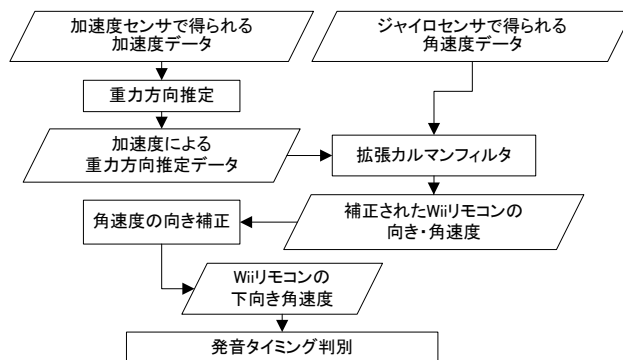
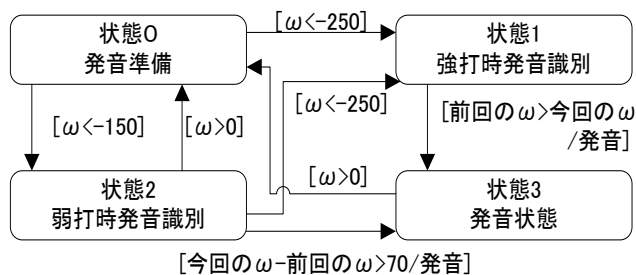


図2.発音タイミング判別前処理の流れ

図3.発音タイミング判別の状態遷移図(ω の単位は rad/s)

2.2 打楽器音判別

打楽器音判別では主に Kinect の深度センサを利用する。主な処理の流れは図4のようになる。

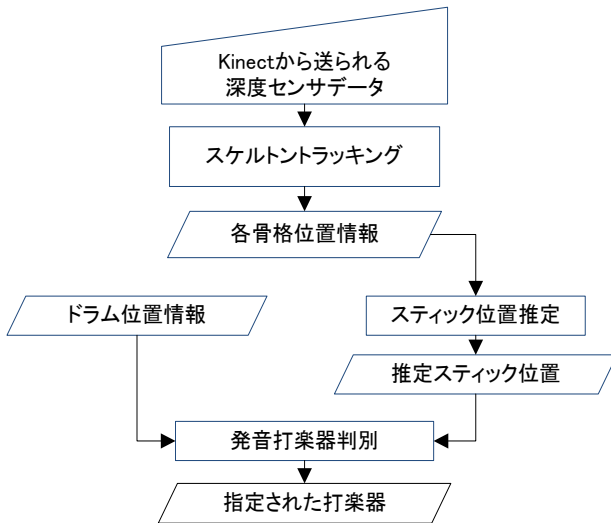


図4.打楽器打ち分け処理概要

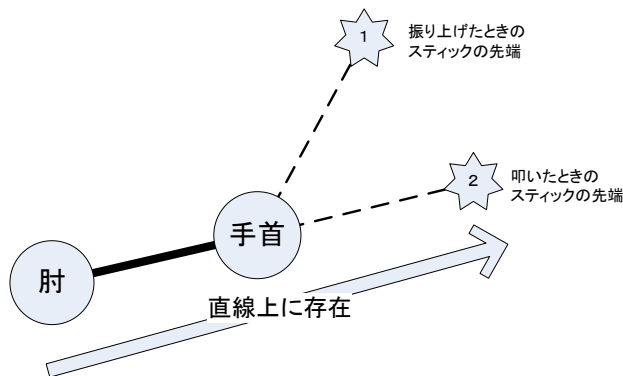


図5.ユーザ骨格情報とスティック位置の関係

まず、深度センサから送られたデータをもとにユーザの骨格位置の推定つまりスケルトントラッキングを行う。スケルトントラッキングには「Kinect SDK for Windows」[5]を利用した。こうしてユーザの骨格情報が得られるわけだが、打楽器音判別において重要なスティックの位置が取得できない。そこで、ドラムを叩く際のユーザの骨格情報とスティックの先端の位置について注目する。図5のように、スティックを振って打楽器を叩いた瞬間は肘、手首、スティックの位置がほぼ一直線上に並ぶ。よって、肘と手首の位置情報からベクトル計算を用いて簡単にスティックの位置を推定することができる。システム内では手首-スティックの先端の距離を約30cmとしてスティックの先端位置の推定を行った。また、スティックの位置をグラフィック上にも表示することで、ユーザは自分が今どの位置にスティックを持っているのかを直感的に判断できる。

こうして得られたデータと、あらかじめ用意した仮想空間に配置されたドラムの打面中心情報を利用して、スティ

ックの先端と打面が最も近い打楽器を発音する打楽器として指定する。2.1の発音タイミング判別で発音タイミングであると判断された時に、ここで指定された打楽器が発音される。

3. 事前評価及び実験

本章では、システムの事前評価及びこれから行う実験の概要について述べる。

3.1 事前評価

システムを実際に叩いた時の評価について述べる。まず発音タイミングであるが、基本的には正常に認識を行うことができているが、違う楽器に素早く移ろうとスティックを素早く動かした際や、クラッシュシンバルなどの高い楽器を叩いた際に誤発音されるケースがあった。

次に打ち分けについて述べる。遅延については、スケルトントラッキングの遅延などを懸念していたが、特に感じることはなく、スムーズな楽器の切り替えが可能であった。また、文献[2]と比べると打数等に打ち分け精度が左右されないの、長時間の演奏にも耐えることが可能である。さらに、画面内での自分の腕やスティックの位置がリアルタイムで確認できるため、打ち分けしやすいつと感じた。しかしながら、腕を交差させて叩くようなケースの場合、スケルトントラッキングの精度が落ち、打ち分けに失敗するケースが生じた。

3.2 実験

打ち分け処理について、主観評価によって比較実験を行っていく。比較対象は従来手法として、文献[2]のジャイロセンサによる打ち分けを用いる。どちらの手法のほうが打ち分け精度が高いかを調べるだけでなく、「打ち分けのしやすさ」についても調べていく。

4. まとめ

本稿では、加速度センサ・ジャイロセンサ・深度センサの三つのセンサを利用した新しい打楽器インタフェースについて提案し、実装を行った。事前評価においては、従来手法と比べて安定した打ち分けを行うことができたが、いくつかの問題もみつけた。これからの課題として、しっかりと評価実験による問題点の確認や発見とともに、それらの問題点の改善が必要となる。

参考文献

- [1]任天堂, "Wii Music", (2008), at <http://www.nintendo.co.jp/wii/r64j/index.html>
- [2]小川 智久, 甲藤 二郎, "Wii リモコンを用いた打楽器インタフェース", 研究報告 ヒューマンコンピュータインタラクション, 2011-HCI-143, No.1(2011).
- [3]任天堂, "Wii リモコン" (2006), at http://www.nintendo.co.jp/wii/features/wii_remote.html
- [4]Microsoft, "Kinect" (2010), at <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [5]Microsoft, "Kinect SDK for Windows" (2011), at <http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/kinectsdk/default.aspx>

† 早稲田大学 基幹理工学研究科

Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University