

カラオケにおける非歌唱者のための タンバリン演奏支援システム

栗原 拓也^{1,a)} 木下 尚洋^{1,b)} 山口 竜之介^{1,c)} 北原 鉄朗^{1,d)}

概要: 本稿では、カラオケにおいて歌っていない人に対してタンバリンの演奏を促すことで、歌っていない人もカラオケを楽しみ、盛り上げることができるシステムを提案する。カラオケに行った際に、歌われている曲を知らなかったり、どのようにして一緒に盛り上げてよいか分からず、ただ曲を聴いているだけで退屈をしてしまう人は少なくない。そのような場合に対して、カラオケ店に置いてあるタンバリンを使ってカラオケを盛り上げるため、タンバリンを素人でも簡単に演奏出来る様にするために、曲に合わせてどのようにタンバリンを演奏するか自動で生成し表示をする。様々な演奏方法ができるというタンバリンの性質を生かしタンバリンを振る指示や視覚的にもカラオケを盛り上げられるよう体の動きの指示も行う。また、歌い手の邪魔にならないよう叩く強さの指示も行うことで歌唱者と非歌唱者が一体となってカラオケを楽しむことを支援する。システムを実装し、実際にカラオケ店で実験を行ったところ、タンバリン演奏者と聴き手から高い評価を受けてタンバリンを利用し楽しむきっかけを与えることが出来た。

キーワード: カラオケ, タンバリン, 演奏支援, MIDI

A Tambourine Support System for Non-Singing People in Karaoke

TAKUYA KURIHARA^{1,a)} NAOHIRO KINOSHITA^{1,b)} RYUNOSUKE YAMAGUCHI^{1,c)} TETSURO KITAHARA^{1,d)}

Abstract: Karaoke is a popular amusement, but people do not necessarily enjoy karaoke when they are not singing. It is better that non-singing people engage in karaoke to enliven it, but this is not always easy, especially if they do not know the song. Here, we focus on the tambourine, which is provided in most karaoke spaces in Japan but are rarely used. We propose a system that instructs how a non-singing person plays the tambourine. Once the singer choose a song, the tambourine part for this song is automatically generated based on the standard MIDI file. During the playback, the tambourine part is displayed in a common music game style with the usual karaoke-style lyrics. The correctness of the tambourine beat is fed to the display. The results showed that our system motivated non-singing people to play the tambourine with a game-like instruction even for songs that they did not know.

Keywords: Karaoke, tambourine, musical performance support, MIDI

1. はじめに

今日カラオケは、多くの人に親しまれており娯楽の一つ

として根付いている。しかし、複数人でカラオケに行った際に歌を歌っていない人達は、歌われている曲を知らなかったり、どのように歌っている人と一緒に楽しめばいいのか分からずに、カラオケを退屈だと感じてしまう事が多くある。我々が行った調査では、大学生 30 人のうち 27 人がカラオケにおいて非歌唱時に退屈と感じたことがあると答えた。このような問題を解決するためにも、カラオケ店ではカラ

¹ 日本大学
Nihon University
a) kurihara@kthrlab.jp
b) kinoshita@kthrlab.jp
c) yamaguchi@kthrlab.jp
d) kitahara@kthrlab.jp

オケを盛り上げるためにタンバリンやマラカスなどの打楽器が用意されていることがあるが、どの様に演奏すれば良いのかわからず使用しない、使うことが恥ずかしい等の問題が生じてしまい使い辛いのが現状である。これまで、カラオケにおける歌唱修正 [1] や背景映像の自動生成 [2] などは取り組まれてきたが、打楽器を用いてカラオケの盛り上げを支援する取り組みは行われていなかった。また、一般的な場面における打楽器演奏支援の研究 [3] はあるものの、カラオケでの打楽器演奏に着目したものはなかった。

本研究では、歌っていない人に対してタンバリンの使用を促すことでカラオケの盛り上げを支援するシステムを提案する。カラオケの伴奏に用いられている MIDI データから曲のリズムに合わせてどのようにタンバリンを演奏するか（以下、タンバリン譜と呼ぶ）を自動で生成し、カラオケの画面上にタンバリン譜を表示する。タンバリン譜を自動生成・提示することで、タンバリンをどう演奏していいかわからない人でもタンバリンを演奏出来るようにする。また、タンバリン譜をゲーム風に表示することでタンバリン演奏に対して動機付けを行い、タンバリンの演奏が恥ずかしい人に対してもタンバリンの演奏に挑戦しやすい環境をつくる。タンバリン譜は、ただ叩くタイミングを指示するだけでなく、強く叩き続けて歌い手の邪魔になることがないように叩く強さ、体を動かすこともカラオケを盛り上げるに有用と思われることから体の動きも指示する。これにより、歌っていない人も楽しみつつ、カラオケ全体の場が盛り上がることを期待する。

2. システム構成

本システムは、通常のカラオケの様な伴奏の再生及び歌詞の表示にタンバリン譜の表示を加えることで、タンバリンの演奏方法を自ら考えられない人でもタンバリンの演奏を可能にし、タンバリンの使用を促す。システムの流れを図 1 に、画面例を図 2 に示す。タンバリン譜は、カラオケの伴奏に用いる MIDI データから自動で生成する。また、タンバリンの演奏には市販のタンバリンに Wii リモコン [4] を取り付けたもの（図 3、本稿では「Wii タンバリン」と呼ぶ）を使用し、タンバリン奏者（以下、叩き手という）が譜面通りに演奏出来たときにそのことが分かるように表示を変化させる。

2.1 起動・準備

本システムを起動するとまず Wii リモコンと Bluetooth で接続する必要がある。接続が完了すると図 4 の画面が表示される。

2.2 練習モード

初めてシステムを使用する人は、まず練習モードを選択しシステムの説明と演奏の練習（図 5）を行う。練習モード

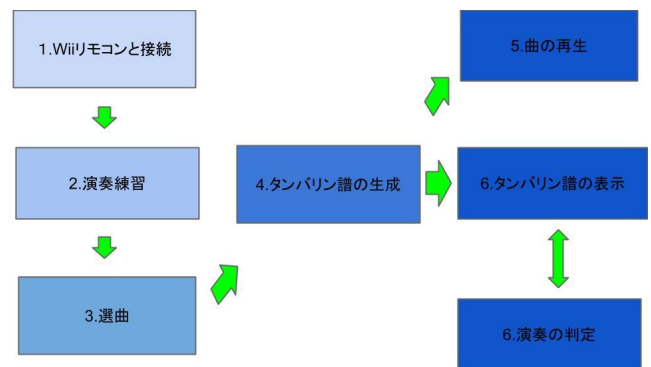


図 1 システムの流れ



図 2 タンバリン譜



図 3 Wii タンバリン

では、叩く、強く叩く、上で叩く、下で叩く、振るに対して画面上の指示方法（アイコン）を覚えてもらうとともに、実際にタンバリンを叩いてもらってタンバリン演奏に慣れてもらうことを目的とする。同時に、次のことも行う。

- 叩いたと判定する加速度の閾値の決定
- 強く叩いたと判定する加速度の閾値の決定
- 振ったと判定するタンバリンを左右に振った回数の閾値の決定

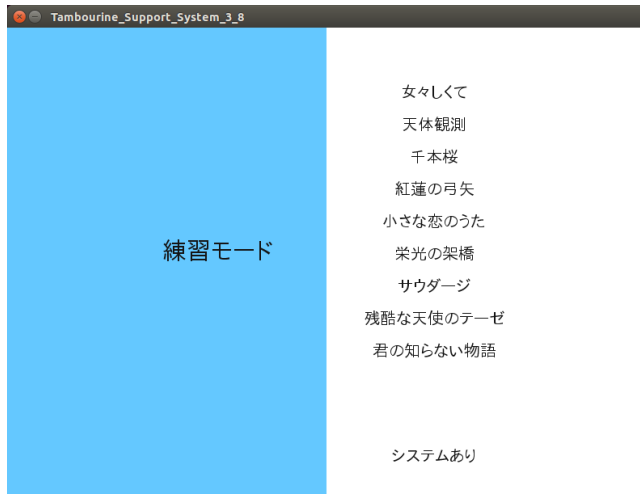


図 4 メニュー画面



図 5 練習画面

- 動きのパターン認識に利用するデータの学習

2.3 タンバリン譜生成

演奏練習の後、演奏する曲を選ぶと、その曲に合ったタンバリン譜を生成する。カラオケでのタンバリン演奏の難しい点は、やみくもに演奏すると、歌手の邪魔になってしまうことである。盛り上がるような演奏で、かつ歌手の邪魔をしないという相反する条件に合うような演奏をする必要がある。そこで、我々はタンバリン譜の生成にあたり次の方針を採用した

- 基本的にスネアドラムに合わせて演奏する
- キメの部分ではキメに合わせて演奏する
- タンバリンを叩くだけでなく振る
- 静かな曲では静かに演奏する
- サビと間奏では動きも付ける

この方針に基づいて、次のアルゴリズムを用いてタンバリン譜を生成する。

2.3.1 演奏のタイミングの生成

タンバリンを演奏するタイミングはスネアドラムの譜を元に生成する。しかし、スネアドラムの譜をそのままタンバリンの譜にしてしまうと、タンバリンでは、叩き辛い譜になってしまうことがある。そこで以下の方法によりタンバリンにあった譜を生成する(図6)。

- (1) MIDI データのスネアドラムの箇所に合わせて生成する。

スネアドラムの譜は符と符の間が短すぎて、タンバリンで演奏した時に演奏が追いつかなくなってしまうという問題が生じてしまう。そこで8分音符レベルでスネアドラムの演奏箇所を抽出することで、符と符が連続してもタンバリンの演奏を可能にした。

曲によっては、ヴェロシティーの低いスネアドラムが入っていることがある。しかし、ヴェロシティーの低いスネアドラムをタンバリンで演奏すると符が多くなりすぎたり、叩き辛かったりするので除外し、ヴェロシティーの高いスネアドラムのみをタンバリン譜にする。

- (2) 7つ以上の楽器が一小節で3音以上同時に鳴っていたらそれに合わせて符を生成する。

同時に7つ以上の楽器が一小節で3音以上鳴っているフレーズをキメ(サビの前等に多く見られる複数の楽器が同じフレーズを同時に演奏する印象に残り易い部分)と判断し、そのフレーズに合わせてタンバリンを演奏するようにタンバリン譜を生成する。キメに合わせてタンバリンを演奏することでタンバリンの演奏が曲と合っている感じられる。

- (3) 3音以上連続で続いたら振る符にする。

タンバリン符が8分音符レベルで3音以上連続で続いたらその符は振る指示を行う。

- (4) タンバリン符がない小節は他のパートが無音でなければ小節の頭に符を生成する。

以上の条件でタンバリン譜を生成しても、タンバリンの符と符の間が長く開いてしまって、演奏が無く退屈な時間が続いてしまう。そこで、他のパートが無音でないときにその小節の頭に符を生成する。

2.3.2 叩く強さの決定

スネアドラムのヴェロシティーの平均が高い曲は賑やかで、ヴェロシティーの平均が低い曲は静かな曲と判断できる。そこで、ヴェロシティーの平均の高い曲は強く叩く符を多く、ヴェロシティーの低い曲は強く叩く符を少なくする。

様々な曲から求めた全スネアドラムの譜のヴェロシティーの平均値を M 、対象曲のみから求めたスネアドラムのヴェロシティーの平均値を m とすると、

$$R = \begin{cases} \frac{1}{3}(1 + \frac{m-M}{127-M}) & (m > M) \\ \frac{m}{3M} & (otherwise) \end{cases}$$

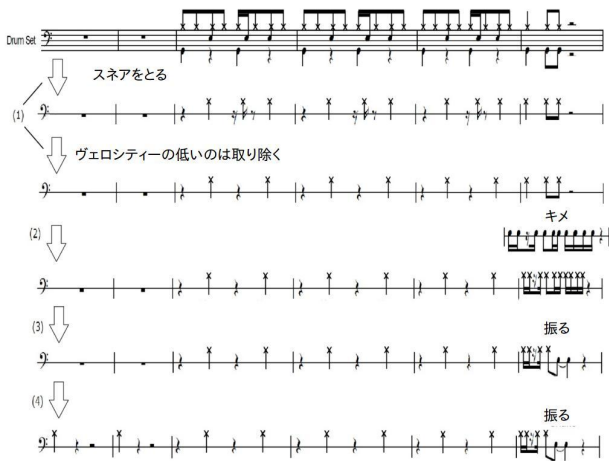


図 6 タンバリン譜自動生成

を強く叩く割合とする。タンバリンの各符に対して同時に鳴っている楽器の数が多い順にこの割合の分だけ「強く叩く符」に割り当てる。ただし、強く叩く符と弱く叩く符が混在すると叩き難くなるので小節ごとに同じ強さになるようにする。

2.3.3 体の動きの決定

本システムで、叩き手に指示する体の動きは「上で叩く」と「下で叩く」の2種類がある。曲中常に体の動きをつけていると叩き手が疲れてしまうので、曲が盛り上がるサビとタンバリン演奏の見せ場である間奏の時のみ体の動きを指示する。

サビは曲中に同じメロディがあった場合、最も長いメロディの部分にサビ区間が含まれている [5][6] 事を前提条件とする。サビ区間は三つの場合分けで検出を行う。(1) 最も長いメロディ区間の長さより短い (19, 200tick 未満) 場合は、その区間そのものがサビ区間である。(2) 最も長いメロディ区間の長さが一定区間より長い (38, 400tick より多い) 場合は、最も長いメロディ区間の長さを半分に分割した後半から最も早く同じメロディ区間の開始が出現する地点から最も長いメロディ区間の最後尾までがサビ区間である。(3) 一定区間内 (19, 200tick 以上 38, 400tick 以下) の場合、最も早く同じメロディ区間の開始が出現する地点から最も長いメロディ区間の最後尾までがサビ区間である。

間奏の検出は MIDI データの歌詞情報に間奏の時間が入力されているのでそれを利用する。

2.4 カラオケの開始

図 2 のように MIDI データを再生し、同時に生成したタンバリン譜を表示する。また、MIDI データに含まれる歌詞情報を読み込み、通常のカラオケと同様に表示させる。

2.5 演奏の判定

タンバリンに取り付けた Wii リモコンで 3 次元の加速度

データを取得して正しい演奏が出来ているか判定する。2.2 節で述べたように判定に利用する閾値と学習データは演奏練習時に取得する。

Wii リモコンの加速度の向きは図 7 の通りなので、タンバリンを叩く、振る時に加速する向きは x 軸になる。

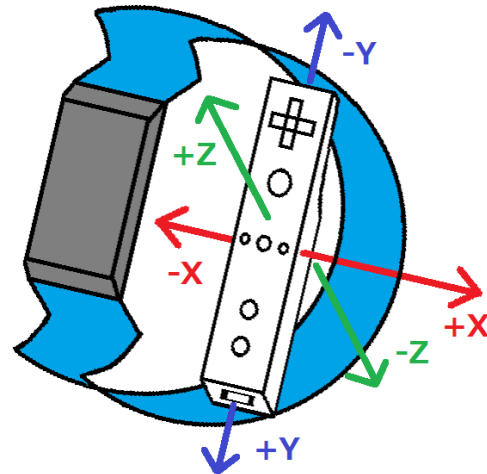


図 7 Wii タンバリンの加速度の向き

2.5.1 叩いたかの判定

1 フレーム毎に Wii リモコンの x 軸の加速度差が大きい時を叩いたと判定する。具体的には、練習モードでタンバリンを何度か叩いた時の加速度差の平均を α_1 とし、時刻 t における加速度を a_t とすると $|a_t - a_{t-1}| > 0.7\alpha_1$ となる時刻 t の時に叩いたと判定する。

2.5.2 強く叩いたかの判定

2.5.1 節と同様に 1 フレーム毎に Wii リモコンの x 軸の加速度差が閾値 α_2 を越えたときに強く叩いたと判定する。具体的には、練習モードでタンバリンを何度か強く叩いた時の加速度差の平均を α_2 とし、時刻 t に置ける加速度を a_t とすると $|a_t - a_{t-1}| > 0.7\alpha_2$ となる時刻 t の時に強く叩いたと判定する。

2.5.3 振ったかの判定

Wii リモコンの x 軸の加速度を 1 フレーム毎に計測する。時刻 t に置ける加速度を a_t とすると $a_t a_{t-1} < 0$ の時、タンバリンの動く向きが変わるということになる。20 フレームの間でタンバリンの動く向きが変わる回数を計測し、その回数を c とする。 $c \geq 0.7\alpha_2$ のときタンバリンを振ったと判定する。ここで、 α_2 は練習モードで振ったときの 20 フレームの間でタンバリンの大きく向きが変わった回数の平均である。

2.5.4 体の動きの判定

既存の研究 [7][8] を参考にして、「上で叩く」か「下で叩く」かの判定を行う。判定は、練習モード時に取得したテンプレートとの相違度の計算方法を xy 平面、 xz 平面、 yz

平面ごとに計算し、その和に基づいて行う。以下、相違度の計算方法を xy 平面を例にとって述べる。

xy 軸における相違度は、16ms ごとに計測した x 軸、 y 軸の加速度 $\vec{a}_t = (a_{x,t}, a_{y,t})$ (t :時刻) のうち S フレーム分から加速度変化 P_d 、回転運動の方向 P_g 、動作の向き P_r 、各方向の加速度の密度 $P_{a,0}, \dots, P_{a,7}$ の抽出を行う。現在の実装では $S = 20$ としている。加速度変化の大きさは、 $P_d = \sum_{t=1}^{S-1} |\vec{a}_t - \vec{a}_{t-1}|$ で求める。

回転運動の方向 P_g は、 \vec{a}_t と \vec{a}_{t-1} の外積により計算され、 \vec{a}_{t-1} から \vec{a}_t へ反時計回りに移動した場合、 P_g に 1 が加算される。

$$P_g = \sum_{t=1}^{S-1} u(\vec{a}_t \times \vec{a}_{t-1})$$

$$u(m) = \begin{cases} 1(m \geq 0) \\ 0(m < 0) \end{cases}$$

P_r は S 個のベクトルによって描かれる図形の外接四角形の縦横比であり、絶対値の大きいベクトルによって与えられる方向である。

$$P_r = \frac{\max_{t=1, \dots, S} \{a_{x,t}\} - \min_{t=1, \dots, S} \{a_{x,t}\}}{\max_{t=1, \dots, S} \{a_{y,t}\} - \min_{t=1, \dots, S} \{a_{y,t}\}}$$

$P_{a,0}$ から $P_{a,7}$ までは、 $\pi/4$ ごとの 8 つの主方向への加速度データの偏りを表すものである。メンバシップ関数 [7] を用いて各方向の加速度の密度を求める。

$$P_{a,n} = \sum_{t=2}^S F_n(\theta_t)$$

$F_n(\theta_t)$: メンバシップ関数

θ_t : \vec{a}_t の方向

$n = 0, 1, 2, \dots, 7$

メンバシップ関数は各主方向から隣接する主方向まで直線的に減少する孤立三角波関数とした。

練習モードで体の上と下で複数回叩いてもらい、「上で叩く」と「下で叩く」の 2 種類の体の動きのデータを取得し、それぞれの動き k の各運動パラメータ $\alpha = (P_d, P_g, P_r, P_{a,n})$ についての平均値 E_{α^k} と標準偏差 σ_{α^k} を求める。演奏時には、各運動特徴パラメータ V_{α} について、学習データの平均値 E_{α^k} との 2 乗差を計算し、それぞれ標準偏差 σ_{α^k} の 2 乗である分散値で割って規格化したものを重み付き誤差 ϵ_{α^k} とする。この重み付き誤差を全てのデータごとに特徴パラメータのものを加え合わせたものを相違度 e_k とする。つまり、

$$e_k = \sum_{\alpha} \epsilon_{\alpha^k} = \sum_{\alpha} \frac{(V_{\alpha} - E_{\alpha^k})^2}{(\sigma_{\alpha^k})^2}$$

である。この相違度を xy 平面、 yz 平面、 zx 平面ごとに計算し、和を取ったものが最小となる動きを選び、これを判定結果とする。

3. カラオケ店での被験者実験

実際のカラオケ店に本システムを設置し、被験者に本システムを使ってもらうことにより、本システムの有効性を評価した。実験 1 では、実際にカラオケでよく歌われる曲を対象に実験を行った。実験 2 では、叩き手が歌っている曲を知らない場合の本システムの有効性を調べるため、叩き手が知っている曲と知らない曲とで実験を行って結果をどちらの実験においても、タンバリン譜の生成・表示機能とタンバリン演奏の判定・フィードバック機能を省略したもの(「比較システム」という)を用意し、こちらを使った場合との比較を行った。



図 8 実験の様子

3.1 実験 1

3.1.1 実験条件

実験 1 では全員が知っている曲を対象とするため、JOYSOUND の 2013 年のカラオケランキング [9] 上位から被験者である 20 代に人気でタンバリンの合う 4 曲を用意した。実験は大学生 12 人を歌い手、叩き手、聴き手の 1 人ずつに分けた 4 グループを対象に行った。また、カラオケは基本的に仲の良い知り合い同士で行くことが多いため、実際のカラオケと雰囲気を近づける為に被験者は全員同じサークルに所属している知り合い同士とした。実験に使用する曲は本システム用が 2 曲(残酷な天使のテーゼ(高橋洋子)、千本桜(WhiteFlame feat. 初音ミク))、比較システム用が 2 曲(女々しくて(ゴールデンボンバー)、君の知らない物語(spercell))の 4 曲を使用し、曲を固定して行った。選曲には曲による難易度によって結果に差がないようタンバリン符の総数、曲のテンポ、タンバリン符の裏打ちの数から決定した難易度を考慮した。

被験者には事前にアンケートを行い実験に使用する曲の認知度を確認し、歌える程度の認知度の者を歌い手に、聞いたことがある程度以上の認知度の者をタンバリンの演奏者に、残りの被験者を聴き手に分けた。

実験の流れは本システムを 2 回続けて実験してもらい次に比較システム 2 回続けて実験してもらう。順番による効

果がでないように半分のグループはシステムを使う順番を入れ替えた。

3.1.2 実験結果・考察

アンケート結果を表 1～表 3 に示す。どの項目も 1 をネガティブな評価、6 をポジティブな評価である。また、表 4 にはアンケートの自由回答に記入された意見を抜粋して示す。

表 1 実験 1 における歌い手に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. 聴き手が自分の歌を楽しんでいたか	5.00	4.50
Q2. 歌いやすい環境か	5.40	5.00
Q3. タンバリンが歌の邪魔に感じなかったか	5.60	4.80
Q4. 演奏タイミングが歌に合っていたか	4.80	3.80
Q5. タンバリンの叩き手もやりたいか	4.50	3.40

表 2 実験 1 における叩き手に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. タンバリンは叩きやすかったか	4.10	4.60
Q2. 音楽に合わせて演奏できたか	4.50	4.30
Q3. 演奏がワンパターンにならなかったか	2.10	5.40
Q4. 曲やリズムにのれたか	3.10	4.90
Q5. 演奏がカラオケを盛り上げられたか	3.40	4.10

表 3 実験 1 における聴き手に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. 飽きを感じなかったか	5.00	4.30
Q2. 歌に興味を持てたか	4.50	4.00
Q3. 演奏がうるさくなかったか	5.30	3.60
Q4. 演奏が曲にあったか	4.90	4.10
Q5. 歌い手をやりたいか	3.50	4.40
Q6. 叩き手をやりたいか	2.80	4.40

叩き手からは本システムの方が高い評価を得た。特に表 2Q3 (ワンパターンにならなかったか) に対して評価が高く、演奏支援に対し一定の評価を得た。叩き手からの意見として、譜面の難易度が高い場所が部分的にあり、叩き辛さを感じたという意見がいくつか寄せられ、それに関連して難易度を調整できた方が良いという声も挙がっていた。

聴き手からの評価は表 3 Q1～Q3 に対してはやや本システムの評価が低かった。だが、叩き手をやってみたいかという質問 (表 3Q4) に対しては本システムの評価がかなり高く、タンバリンを演奏してみたいと思わせる事が分かった。本システムによってタンバリンを演奏させるきっかけを与えられているという事が言える。本システムの感想として聴き手からは、ただの演奏支援としてだけではなくシステムにゲーム性を感じてカラオケの楽しみ方だけでなく、遊ぶような楽しさを感じたという意見がいくつか寄

表 4 自由回答 (抜粋)

役割	意見
歌い手	システムのタイミングに合わせて叩くのが大変そうだった
	歌っている最中は音が気にはならず、あってもなくても変わらないと思った
	間奏部分は良かったが、サビの時の演奏が気になった
	その場のノリで楽しみたいので、演奏のタイミングを固定されたくなかった タンバリンがズレると歌い辛かった
叩き手	動きやリズムの変化が多くてワンパターンにならないと感じた
	自分で考えて叩いた場合と違って良かった
	曲を把握してないとタイミングが分からない場所もあるので表示があって良かった
	難易度が高くてちょっと難しかった 難易度があるといい
	下の動き判定が悪く、体の指示がついていけなかった
聴き手	タンバリンのタイミングに少し違和感を感じた
	タンバリンがあると楽しいが、必要という程ではない
	システムが気になり、歌よりモニターばかりに注意が行った
	タンバリンが楽しそうだったので、やってみたいと思った
	ゲーム性があった良かったが、曲にあってない部分が気になった

せられた。

一方、歌い手は比較システムのほうが評価が高い結果となった。アンケートの結果からこの理由として考えられるのが、歌い手がタンバリンの演奏タイミングのズレに敏感だったということである。そのことが表 1 の Q2～Q4 までの結果に出ていると言える。それとは逆にタンバリンの音が大きくても気にも留めず歌っていたということもあったが、この場合もタンバリンを気にしていないので盛り上がったかどうかはまいち分からずシステムの評価に繋がらなかった。比較システムの方が評価が良い点については、歌い手は演奏のタイミングが指定されていない方がタイミングのズレが少ないので比較システムを好む傾向があった。また、タンバリンを振る指示が多い場所はタンバリンの音をうるさく感じやすく、その部分が音楽に合っていないというマイナスの意見が多かった。

3.2 実験 2

3.2.1 実験条件

叩き手および聴き手が、対象曲を知っているか知らないかで本システムによる演奏支援の有効性がどう変化するかを確認するため、未知の曲を含めた実験を行った。実験方法、比較システムは本実験と同様だが、実験に使用した曲は本実験に使用し被験者が知っている曲が 2 曲 (女々しくて、残酷な天使のテーゼ) と、未知の曲として RWC 研究用音楽

データベース [10] より研究用に新規に作成された J-POP 風楽曲二曲を用いて一曲 (REAL な 5 分) を本システム、もう一曲 (レプリカ) を比較システムで実験を行った。実験設定は大学生かつ同じサークルという点は同様である。叩き手は本実験と同じ被験者に実行してもらった。また、歌い手は、実験者が行った。

3.2.2 実験結果・考察

アンケート結果を表 5~ 表 8 に示す。評価方法は本実験と同様である。

表 5 実験 2 における叩き手の既知の曲に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. タンバリンは叩きやすかったか	4.50	5.00
Q2. 音楽に合わせて演奏できたか	5.50	4.75
Q3. ワンパターンではなかったか	1.75	4.25
Q4. 曲やリズムにのれたか	5.00	4.75
Q5. 演奏がカラオケを盛り上げられたか	2.75	4.50

表 6 実験 2 における叩き手の未知の曲に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. タンバリンは叩きやすかったか	3.25	5.00
Q2. 音楽に合わせて演奏できたか	3.00	5.50
Q3. 演奏がワンパターンにならなかったか	1.25	1.75
Q4. 曲やリズムにのれたか	2.50	5.50
Q5. 演奏がカラオケを盛り上げられたか	2.00	4.00

表 7 実験 2 における聴き手の既知曲に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. 飽きを感じなかったか	5.50	4.75
Q2. 歌に興味を持てたか	5.50	4.75
Q3. 演奏がうるさくなかったか	4.50	4.00
Q4. 演奏が曲にあったか	4.00	4.00
Q5. 歌い手をやりたいか	4.75	4.00
Q6. 叩き手をやりたいか	5.00	4.25

表 8 実験 2 における聴き手の未知曲に対するアンケート結果

質問	比較システム	本システム
Q1. 飽きを感じなかったか	3.25	4.25
Q2. 歌に興味を持てたか	3.75	3.75
Q3. 演奏がうるさくなかったか	3.75	5.25
Q4. 演奏が曲にあったか	2.50	5.00
Q5. 歌い手をやりたいか	2.25	3.75
Q6. 叩き手をやりたいか	1.75	5.00

未知の曲のはほぼ全ての項目において本システムが比較システムを上回っているという結果になった。未知の曲にタンバリンをつける際には叩き手から比較システムの場合だと譜面も無く、曲調も知らないためリズムをなんとなくきざむ事しかできず、消極的に演奏しがちになり盛り上げることができた実感を感じなかったという意見が殆どであった。それに対して本システムの譜面を表示することで

表 9 体の動きの識別実験結果

被験者	練習回数(上)	練習回数(下)	正解率
1人目	35	38	96%
2人目	32	64	49%
3人目	41	66	99%
4人目	36	30	97%
5人目	33	22	100%
6人目	40	36	100%
7人目	52	47	93%

ある程度のレベルの演奏が可能となったので上手くできたという意見が見られるようになった。聴き手からも本システムによって知らない曲をただ聴いているより楽しむことができたという意見が挙げられていたため、カラオケをつまらないものにする原因の一つである知らない曲に対する飽きを緩和できたと言える。

4. 要素技術に対する評価

4.1 体の動きの識別実験

体の動き、具体的には上で叩いているか、下で叩いているかの識別の精度を評価した。実験は、7人を対象に実験1、実験2同様に練習モードで体の動きのパターン学習を被験者が納得いくまで繰り返し、体の上で50回、体の下で50回叩いて貰いどれほど正しく判定出来たか検証した。

実験の結果は表9の通りである。2人目の被験者以外高い正解率となった。

4.2 生成されたタンバリン譜に対する評価

本システムが自動生成したタンバリン譜が音楽的に妥当かどうか、音楽大学を卒業した音楽の専門家1名に評価してもらった。用意したMIDIファイルにタンバリン譜の演奏を追加し、タンバリン譜の表示に合わせてそれを再生したのを見てもらい、不足符(タンバリンを叩くべきだが叩く指示が出ていない箇所)と不要符(タンバリンを叩かない方が望ましいが叩く指示がでている箇所)を書き込んでもらった。結果を表10に示す。すべての曲のほとんどの箇所について、一定程度の音楽的妥当性があることが分かった。不要符については、たとえば最後の音を1小節以上伸ばしているような場面で、その音が伸びている間、繰り返し小節の頭でタンバリンを叩くように指示されているような箇所が多かった。不足符については、同じパターンが続く中で、たまたまスネアドラムのヴェロシティが低かったために、ある箇所の符が省略された場合に、その箇所もタンバリンを叩くべきだという指摘がいくつか見られた。

5. 結論

本研究では、カラオケを盛り上げるタンバリン演奏支援システムとして、MIDIデータのスネアドラムを元にタンバリンの譜面を生成し画面に提示することで、カラオケで

表 10 タンバリン譜評価結果

曲	総符数	不足符数	不要符数
栄光の架け橋	175	5	6
小さな恋の歌	564	1	0
千本桜	563	6	0
残酷な天使のテーゼ	300	7	4
君の知らない物語	687	6	8
サウダージ	480	1	0
女々しくて	232	2	1

タンバリンを演奏するきっかけを与えるシステムを提案した。現段階ではタンバリンの叩き方が分からない人や全く知らない曲に対する演奏支援、タンバリンを使ってみたいと思うきっかけ作りという目的は達成出来た。今回の実験で分かった歌い手、叩き手、聴き手の役割によってタンバリンへの印象が異なる点や、タンバリンが欲しい場面と欲しくない場面が人の主観によって異なるという点からタンバリンを使って場にいる全員を盛り上げる事の難しさを再確認した。このような使用者側の問題を解決し、本システムが歌い手を含めて全員が盛り上がることのできる支援システムとなる為には課題が多く残されていると言える。

まず、現在のシステムのタンバリン譜の生成方法では、スネアドラムが少ない曲ではうまく生成できないという問題がある。また、さらに歌い手の邪魔にならないタンバリン譜を生成する必要がある。また、今回の実験で評価が低かった歌い手にも悪い印象を与えず盛り上がる事ができる譜面を実現するために叩き手のレベルに合わせた難易度の調整や歌の盛り上がりを配慮し邪魔しないような譜面の生成が考えられる。

%動きの譜面に関しては判定精度を正確なものとし、上下だけでない動きのバリエーションを増やして動きで楽しめるような指示のアルゴリズムを作り更に効果的なものとする必要がある。他にも当初の予定では叩き手の動きを見せて盛り上がるという点はタンバリン演奏では重要な部分と考えていたが、全員譜面に集中して叩き手の動きをあまり見せることができていなかった。聴き手に動きを見せるために、カメラを使いモニターに叩き手を映して注意を引かせるなどの叩き手を視覚的に注目できる環境をつくる工夫が必要である。

今後は残された課題を実現し、楽しさをより感じられる工夫を盛り込むことで、多くの方がタンバリンを使って盛り上がりたと思えるような演奏支援システムを実現していきたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、評価実験を快く引き受けてくださった被験者の皆様に感謝致します。

参考文献

[1] 浦川 雄一, 勝瀬 郁代, 川島 達也 “外れた音程を修正するカラオケシステム”, 平成 20 年度電気関係学会九州支部連

合大会 (第 61 回連合大会) 講演論文集, セッション ID: 03-2P-06, 2008

[2] 寺田 努, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎 “アクティブデータベースを用いたカラオケの背景作成システム”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2000, No. 19, pp. 73-78, 2000

[3] 岩見 直樹, 三浦 雅展 “MIDI 楽器を用いたドラム演奏練習支援システムの提案”, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2007, No. 102, pp. 85-90, 2007

[4] <http://www.nintendo.co.jp/wii/controllers/index.html>

[5] 後藤 真孝 “リアルタイム音楽情景記述システム: サビ区間検出手法”, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告, Vol. 2002, No. 100, pp. 27-34, October 2002.

[6] 高田 友則 橋口 博樹”MIDI におけるメロディ情報を利用した繰り返し構造の検出”, 埼玉大学紀要 工学部 第 39 号 2006

[7] 澤田 英之, 橋本 周司 “加速度センサを用いたジェスチャー認識と音楽制御への応用”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 79-A, No. 2, pp. 452-259, 1996 年 2 月.

[8] 飯村 伊知郎, 藤木 拓郎, 中山 茂”家庭用ゲーム機の入力デバイスを用いた階層型ニューラルネットワークによるジェスチャー認識”, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 1, p199-203, 2010.

[9] JOYSOUND 2013 年 年間カラオケランキング
<http://www.joysound.com/st/2013yearranking>

[10] 後藤 真孝, 橋口 博樹, 西村 拓一, 岡隆一”RWC 研究用音楽データベース: 研究目的で利用可能な著作権処理済み楽曲・楽器音データベース”, 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 3, p728-738, 2004.