

身体運動リズムに応じたビートミュージック再生システム

鈴木泰浩[†] 若林昭徳[†] 山西良典[†] 加藤昇平[†]

[†]名古屋工業大学

1 はじめに

古くから人々に親しまれているマルチメディアエンタテインメントの一つとしてダンスがある。ダンスは音楽のリズムに合わせて体を動かすことで、音楽的、空間的な芸術表現を可能にする。また、芸術表現手法としてのみならず、リハビリテーションやリラクゼーションの方法としても注目されている。

一方、近年のセンシング技術の発展に伴い、身体運動を利用するエンタテインメントシステムが数多く提案されている。例えば、身体運動と音楽を関連付けた研究として、あらかじめ定義された身体運動をユーザが行うことで身体運動を楽器のように扱い、音楽を表現するシステムが提案されている [1, 2]。

本稿では、ユーザの自由な身体運動を獲得し身体運動リズムに応じたビートミュージック（以下、ビート）を再生する音楽エンタテインメントシステム「Motion to Beat」を提案する。

2 Motion to Beat システム

図 1 に提案システム概要を示す。本システムは解析・運動・再生の 3 つのセクションから構成される。本稿で扱うビートは、打楽器によるループサンプル音源を T 秒間繰り返したものとし、解析セクションで音響解析することで、それぞれのビートのリズム情報を算出する。運動セクションでは、Microsoft 社の Kinect [3] を用いてユーザの身体運動を観測し、リズム抽出部位（頭・右手先・左手先・右足先・左足先）の身体運動リズム情報を算出する。再生セクションでは、身体運動リズムに最も適したビートを選択し再生する。

2.1 リズム情報抽出手法

本稿では、リズム指標として Beat Spectrum [4] を採用し、離散時刻 i におけるビートとユーザの身体運動のリズム情報 R_b^i, R_m^i をそれぞれ式 (1), (2) で算出する。

$$R_b^i = \sum_{j=1}^{N_b} S_b^i(j). \quad (1)$$

$$R_m^i = \sum_{j=1}^{N_m} S_m^i(j). \quad (2)$$

ここで、 N_b, N_m はそれぞれビートと身体運動のデータ系列長を示す。 $S_b^i(j), S_m^i(j)$ はそれぞれビートと身体運動における離散時刻 i と j のベクトル自己相程度

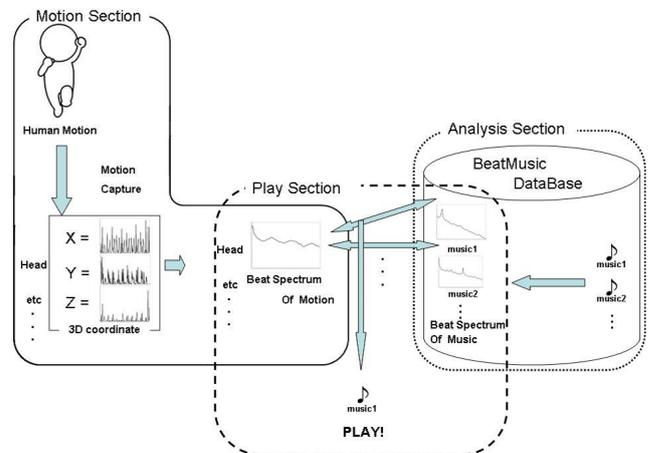


図 1: Motion to Beat システム概要

であり、式 (3), (4) によって算出される。

$$S_b^i(j) = \frac{v_b^i \cdot v_b^j}{\|v_b^i\| \|v_b^j\|}. \quad (3)$$

$$S_m^i(j) = \frac{v_m^i \cdot v_m^j}{\|v_m^i\| \|v_m^j\|}. \quad (4)$$

このとき、 v_b^i, v_m^i はそれぞれ離散時刻 i における短時間フーリエ解析によって求めた周波数スペクトルとリズム抽出部位の速度ベクトル（3次元）を示す。

2.2 ビート再生アルゴリズム

本システムでは、運動セクションでユーザの自由な身体運動から、Kinect を用いてリズム抽出部位の運動をキャプチャし、身体運動リズムを算出する。そして、あらかじめ解析セクションでリズム情報を算出したビート集合 L から、下式で定まる身体運動リズムに応じたビート $Beat_{select}$ を再生する。

$$Beat_{select} = \operatorname{argmin}_{l \in L} \sum_{i=1}^{N_m} |R_b^i - R_m^i|. \quad (5)$$

3 デモンストレーション

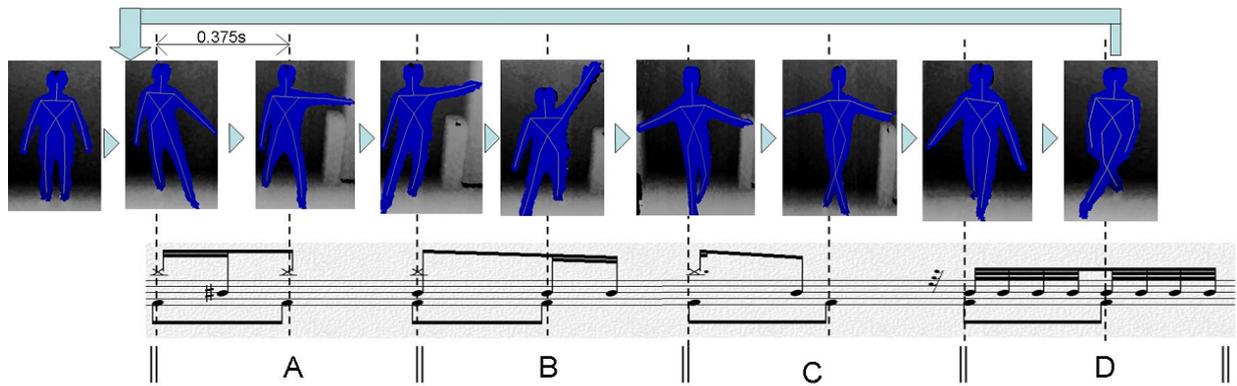
本システムによって身体運動リズムに応じたビートが選択されることを確認するため、右足先を身体運動のリズム抽出部位とした場合のデモンストレーションを行った。このとき、身体運動は 15fps でキャプチャし、システムのパラメータはそれぞれ $T=30, N_m \leq 450, L=108$ とした。

3.1 システム実行例と考察

図 2 にデモンストレーションにおけるユーザの身体運動と本システムによって再生された $Beat_{select}$ の Beat Spectrum を示す。同図から、身体運動と $Beat_{select}$ のリズムの周期がほぼ同期していることがわかる。

*Beat Music Playing System Based on Motion Rhythm, Yasuhiro SUZUKI [†]Akinori WAKABAYASHI [†], Ryosuke YAMANISHI[†] and Shohei KATO[†]

[†]Nagoya Institute of Technology
Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan
{yhsuzuki, waka, ryama, shohey}@katolab.nitech.ac.jp



各図におけるユーザはKinectに対して正面を向いた状態

図 3: 身体運動と $Beat_{select}$ の対応例

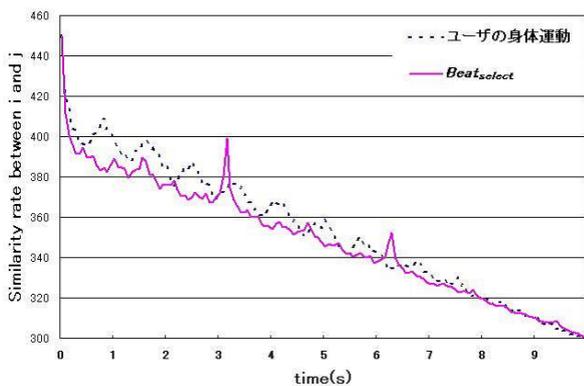


図 2: 身体運動と $Beat_{select}$ の Beat Spectrum の一例

図 3 にこのときの身体運動と $Beat_{select}$ のドラム譜の対応を示す。 $Beat_{select}$ のパート A, C では、多くの楽曲で周期的なリズムを表現するために用いられるライドシンバル・スネアドラム・バスドラムの組が使用されており、周期的なリズムが表現されている。一方、パート B, D ではスネアドラムの連打が確認される。スネアドラムの連打は音楽において多くの場合、リズムとリズムをつなぐ役割や装飾としての役割が強く、周期的なリズムを表現するためにはあまり使用されない。パート A, C でのユーザの身体運動は、リズム抽出部位である右足が周期的な運動をしており、パート B, D では右足は停止している。このように、本システムで再生された $Beat_{select}$ は、リズム抽出部位の身体運動リズムとの対応が実現されていると考えられ、身体運動リズムに適応したビートが再生されたと示唆される。

3.2 主観評価実験

提案システムのユーザビリティを評価するため、本システムを 10 名の被験者に使用してもらい、再生されたビート $Beat_{select}$ が身体運動リズムに対して「適切・適切でない」を -3 ~ +3 の 7 段階で評価させた。このとき、被験者の身体運動は 10 秒から 30 秒ほどの自由なダンスとし、システムのパラメータは 3.1 節と同様とした。その結果、平均 2.1 (分散 0.54) と比較的高いユーザビリティ評価が得られ、本システムはユーザの印象としても身体運動リズムに対して適切なリズム情報をもつビートの再生が可能であることが示唆された。

4 おわりに

本稿ではユーザの自由な身体運動から身体運動リズムを抽出し、身体運動リズムに応じたビートを再生するシステム Motion to Beat を提案した。デモンストレーションでは、本システムによって再生されたビートとユーザの身体運動のリズムに対応が確認され、また主観評価実験の結果からも身体運動リズムに適切なリズム情報をもつビートが再生されたことが示唆された。

本稿では、ユーザのリズムを獲得する手法としてリズム抽出部位における速度ベクトルの自己類似度を用いた。今後は身体運動のリズムを捉える指標として他のリズム獲得手法 (例えば、文献 [5]) を検討する。また、サンプル音源として打楽器だけではなく、音階楽器も取り入れることでより音楽性の高い楽曲の生成が可能となると期待される。本システムを用いることで、映画や演劇などにおける人物の身体運動リズムに応じたオリジナル楽曲の生成が可能となり、身体運動に親和性が高い音楽エンタテインメントが期待される。

謝辞

本研究は、一部、文部科学省科学研究費補助金若手研究 B (課題番号 20700199)、および、公益財団法人堀科学芸術振興財団の助成のもと行われた。

参考文献

- [1] 藤本実, 藤田直生, 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: ウェアラブルダンシング演奏システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 50(12), pp. 2900-2909 (2009).
- [2] YAMAHA, : miburi: <http://www.yamaha.co.jp/design/products/1990/miburi/>.
- [3] Microsoft, : kinect: <http://www.xbox.com/en-US/kinect>.
- [4] Foote, J. and Uchihashi, S.: THE BEAT SPECTRUM: A NEW APPROACH TO RHYTHM ANALYSIS, In Proc. IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo, pp. 881-884 (2001).
- [5] 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史: 音楽特徴を考慮した舞踊動作の自動生成, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 90-D(8), pp. 2242-2252 (2007).