

# 身体リズムに適応したウォーキング/ジョギング中の 音楽再生支援システム

Music Player System Adapted to Walking/Jogging Rhythm

大平 茂輝\*<sup>1</sup>  
Shigeki OHIRA

長尾 確\*<sup>2</sup>  
Katashi NAGAO

\*<sup>1</sup>名古屋大学エコトピア科学研究所  
EcoTopia Science Institute, Nagoya University

\*<sup>2</sup>名古屋大学情報メディア教育センター  
Center for Information Media Studies, Nagoya University

Portable music players are widely prevalent and allow users to choose a favorite tune and a play list from several thousand songs. However, context-aware information hasn't been fed back accurately to automatic music selection during walking and jogging. In this paper, we propose a music player system adapted to walking and jogging rhythm with acceleration sensor.

## 1. はじめに

日常生活において、携帯型音楽プレイヤーの利用者は、70%以上の割合で移動中に音楽を楽しんでいるという調査結果が得られている。携帯型の音楽プレイヤーが広く普及している現在、ユーザは数百から数千という楽曲の中から好きな楽曲やプレイリストを選択・再生することが可能となっている。しかし、このような膨大な楽曲の中からユーザが聞きたい曲を検索したり、ユーザの置かれている状況にふさわしい楽曲をシステムが推薦することは非常に困難である。特に、BGMとして楽曲を流す場合には、手間の掛かる操作を行うことは好まれないため、再生システム側で検索や推薦を行う必要がある。

適切な検索や推薦を行うためには、楽曲自体の特徴に加えて、ユーザの嗜好や状況を適切に照合可能な仕組みが必要がある。梶らは、歌詞情報に加えて、ユーザの楽曲解釈の情報である楽曲情景と鑑賞状況に関するアノテーションを利用することにより、ユーザの類似性を発見し、ユーザの嗜好と状況に合わせたプレイリストを自動生成する手法を提案している [1]。

一方で、各種センサ情報を用いてユーザの置かれている状況を推定し、状況に応じたサービスを提供する研究も行われている。阪口らは、ユーザの状況を考慮に入れた選曲方法として、音楽を聴いている時のノリと周囲の明るさに基づく手法を提案、開発している [2]。ユーザが選曲を行う場所を、仕事場の机や自宅のソファなどの狭い範囲のロケーションとし、机やソファに付与した RFID タグからの場所情報や、光センサによる周囲の明るさを利用して、ノリの抽出には、装置を振る動作と叩く動作を利用し、それぞれ加速度センサと装置内蔵のマイクによって計測している。楽曲データベースは、楽曲のノリ、聴きたい場所や時刻、明るさが 10 段階のスコアとして表現され、ユーザによって事前に登録される。

また最近では、ジョギングのモチベーションの維持手段として、圧電型加速度センサをセットしたシューズと携帯型音楽プレイヤーとを組み合わせる製品も提供されているが、

センサ情報が選曲に影響を及ぼすことはなく、状況に合わせた楽曲プレイリストを事前に作成しておく必要がある。

そこで本研究では、ウォーキングやジョギングといった歩行・走行リズムの異なる状況に応じた再生楽曲の自動選択システムについて提案し、携帯型音楽プレイヤー上にそれらの機能を実装することを目指す。

## 2. システム概要

本研究では、ユーザの状況としてウォーキング/ジョギング中の歩行・走行リズムを利用する。また、照合する楽曲情報として、楽曲のビートのみを利用する。これらの情報は、厳密には動的に変化する情報であるが、局所的に見れば一定間隔で振幅のピークを持つと考えられるため、照合が比較的容易である。そのため、ユーザの状況と楽曲とを適切に照合する上で必要な楽曲データベースの作成コストを最小限に抑えることが可能である。

### 2.1 音響リズムと運動リズムの関係性

人間は、ビートが同期すると心地よさを感じると言われており、身体運動と関係付けたりリズムの特性としては、リズムは人間に同期反応を誘発しやすい、音響リズムは運動リズムを引き起こし、運動リズムは音響リズムを引き起こす、などが報告されている [3]。

音響リズムを楽曲のビート、運動リズムを歩行・走行リズムと置き換えて考えると、人間は楽曲のビートと歩行・走行リズムが同期することに心地よさを感じるが故に、楽曲のビートは人間の歩行・走行リズムに影響を与えられられる。これは見方を変えれば、音楽プレイヤーで再生中の楽曲のビートによって、歩行・走行リズムが崩れてしまうということになる。歩行時はそれほど負担にならないとしても、走行時にはペースの乱れという大きな影響を及ぼすと考えられる。また逆に、歩行・走行リズムを意図的に変化させることによって、楽曲のビートに変化が発生すれば、心地よさを感じるということになる。

したがって、本システムにより歩行・走行リズムを検出し、ビート周期の近い楽曲を提示することで、より自然なウォーキ

連絡先: 大平茂輝, 名古屋大学エコトピア科学研究所,  
愛知県名古屋市千種区不老町, Tel. 052-789-5878,  
ohira@esi.nagoya-u.ac.jp

ングやジョギングが可能になると考えられる。

## 2.2 楽曲からのビート検出

事前処理として、音楽プレイヤーに保存する楽曲に対してビート検出を行う。楽曲からのビート検出には、Simon Dixon が構築した楽曲ビートトラッキング・可視化システム “BeatRoot” [4][5] を利用する。CPU が Intel Pentium M 2.0GHz で 2.0GB のメインメモリを搭載した Windows XP 環境において、5 分 53 秒の楽曲ファイル (標準 WAV フォーマット形式, 16bit, 44.1kHz, Stereo) の解析時間は 1 分 40 秒であった。MP3 ファイルから標準 WAV 形式へのデコードには、LAME [6] (version 3.97) を利用する。

楽曲データベースには、楽曲ファイル名, MP3 ファイルの ID3 タグ情報に加えて、楽曲のテンポ (BPM: Beat Per Minute) とビート出現時刻を記録する。

## 2.3 歩行・走行リズムの抽出

ウォーキング/ジョギング中の歩行・走行リズムの抽出には、加速度センサを使用する。携帯型音楽プレイヤー上への実装を目指すため、消費電力が低く、小型軽量の MEMS デバイスとして、ANALOG DEVICES 社製の 2 軸加速度センサ (ADXL202) を利用する。測定レンジは  $\pm 2g$  で、分解能は  $0.005g$  である。

人間が歩いたり走ったりする場合、ステップによって体の垂直方向への動きが発生する。そこで、垂直方向への加速の勾配変化を見ることで、ステップ検出を行う。サンプリングレートは 20Hz で計測し、歩行・走行リズムは 1 秒あたりのステップ数として算出する。

## 2.4 楽曲のビートと歩行・走行リズムの同期処理

システムの流れを図 1 に示す。ユーザが、音楽プレイヤーの再生ボタンを押すことで、歩行・走行リズムの抽出処理が開始される。この時点では、音楽プレイヤーに保存されている楽曲集合からランダムに再生されるか、事前に選択した楽曲プレイリストにしたがって楽曲が順次再生される。

歩行・走行リズムを検出すると、楽曲集合あるいは選択中の楽曲プレイリストに含まれる楽曲のテンポとの比較を行う。最も近い楽曲の最初のビート出現時刻が、現在の歩行・走行リズムと重なるように楽曲再生時刻を調整し、現在再生中の楽曲をフェードアウトさせつつ選択された楽曲の再生を開始する (図 2)。歩行・走行リズムに変化が生じるごとに以上の処理を繰り返す。

## 3. まとめと今後の課題

本論文では、楽曲のビートと、加速度センサによって抽出される歩行・走行リズムを利用した音楽再生支援システムについて提案した。本システムにより、歩行や走行リズムを崩されることなく、適切な楽曲を視聴可能になると考えられる。

今後は、音楽に対する嗜好の異なる多くの被験者に実際に利用してもらうことで、本システムの有効性や問題点を検証する予定である。その際、多様な音楽ジャンルや、楽曲プレイリストとしての連続性、嗜好や状況に基づく他の選曲手法との組み合わせについても検討したいと考えている。

また、ウォーキング/ジョギング中に自動選択される楽曲の適切さや好みといったユーザの評価を、簡便な方法でシステム

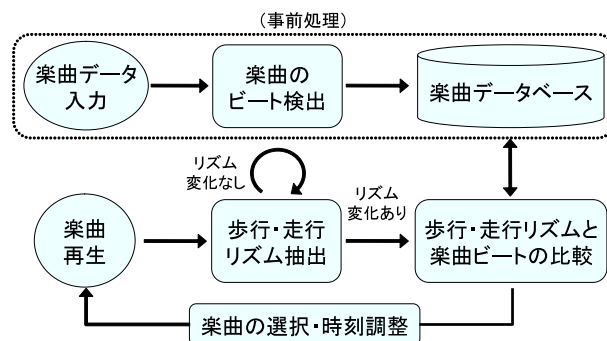


図 1: システムの流れ

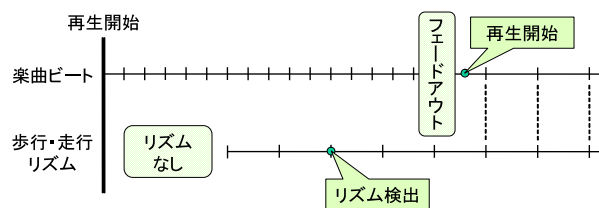


図 2: 楽曲ビートと歩行・走行リズムの同期

にフィードバックさせる仕組みや、楽曲との関連付け、それらデータの利用法も課題である。

ユーザのコンテキストを考慮した楽曲データベースの作成コストについては、楽曲のビートのみを用いることによって本研究では回避したが、本質的には解決されていない。今後、他のセンサ類を組み合わせたり、周辺環境の音響・画像処理を行うことによって、より深い意味でのコンテキストを扱おうとした場合、信号処理結果と人間の知覚・感覚情報との隔たりによって生じる楽曲データベースの作成コストは、避けて通ることのできない問題であり、それらについても検討していく必要がある。

## 参考文献

- [1] Katsuhiko Kaji, Keiji Hirata and Katashi Nagao, “A Music Recommendation System Based on Annotations about Listeners’ Preferences and Situations,” AXMEDIS 2005 Conference, 2005.
- [2] 阪口豊, 赤池英夫, 角田博保, “ユーザのコンテキストに合わせて選曲する音楽プレイヤー”, 情報処理学会第 68 回全国大会講演論文集, pp.4-89, 2006.
- [3] 長嶋洋一, “音楽的ビートが映像的ビートの知覚に及ぼす引き込み効果”, 芸術科学会論文誌, Vol.3, No.1, pp.108-148, 2004.
- [4] Simon Dixon, “BeatRoot: An Interactive Beat Tracking and Visualisation System,” <http://www.ofai.at/~simon.dixon/beatroot/>
- [5] Simon Dixon, “Automatic Extraction of Tempo and Beat from Expressive Performances,” Journal of New Music Research, 30 (1), pp.39-58, 2001.
- [6] The LAME Project, <http://www.mp3dev.org/>