

## 運動効率と楽しさの向上を目的としたウォーキング用 BGM の自動生成

大谷 紀子 研究室

1970263 竹屋 桃花

### 1. はじめに

新型コロナウイルスの流行により、運動不足の人が増加している。ウォーキングは日ごろの運動として取り入れやすく、運動不足の解消や健康増進になる。また、運動時に音楽を聴くと、心拍、呼吸、運動のリズムが同期し[1]、エネルギー代謝や運動効率が高まるといわれている。さらに、好みの音楽を聴くと報酬系と快楽系の神経が活動してドーパミンが放出されるため、快感や多幸感が得られ、楽に運動を行うことができる[2]。

現在、個人の感性に即した楽曲を自動作曲するシステムの研究が進められている[3]。しかし、ウォーキング時の BGM 生成に特化したものではない。本研究では、インターバルウォーキングにおける運動効率と楽しさの向上を目的とし、ユーザの感性に即したウォーキング用 BGM の生成手法を提案する。

### 2. 個人の感性に即した自動作曲

大谷らの研究では、まず入力された既存楽曲に共通する特徴を感性モデルとして抽出する。次に、進化計算アルゴリズムの一種である共生進化を用いて、感性モデルに適合した和音進行とメロディテンプレートを生成する。メロディテンプレートはメロディを構成する音の発音タイミングと長さ、および先行音に対する音高変化を表す。和音進行とメロディテンプレートに基づき、メロディの音高を決定する。また、和音進行を基にベースパートを生成する。最後に、メロディと和音進行、ベースパートを合わせて楽曲が完成する。感性モデルへの合致度が高く音楽理論に反していないものを出力することで感性に即した楽曲が生成できる。

### 3. インターバルウォーキング

インターバルウォーキングとは、3分間ずつのゆっくり歩きと速歩きを1セットにして5回行い、週に4日を目標につづけるウォーキング方法である。ゆっくり歩きでは最大体力の40%に相当する強度の速さ、速歩きでは70%以上に相当する強度の速さで歩く。1日1万歩を目標とした普通歩行と比べて、筋力や最高酸素摂取量を増加させ体力を向上させることができる。誰でもどこでも簡単に継続できる運動として考案されており、骨密度の増加や高血圧、高血糖、肥満などの生活習慣病リスクの改善などにも効果がある。

### 4. 提案手法

提案手法では、大谷らの自動作曲システムと同様にメロディと和音進行、ベースパートで構成される4拍子の楽曲を生成する。楽曲に合わせて歩くとインターバルウォーキングが行えるよう、曲の長さは30分間で、テンポが3分ずつ10回切り替わるよう設定する。また、ゆっくり歩きと速歩きの切り替え部にはジングルを挿入する。

心拍と運動の同期現象より、楽曲のリズムに合わせて運動を行うと、心拍数を楽曲のテンポで調整できると考えられる。ある運動強度に基づいて目標心拍数を算出するカルボーネン法(式1)を用いて、ゆっくり歩きと速歩き時の目標心拍数を算出し、楽曲のテンポとする。

$$\text{目標心拍数} = \{(220 - \text{年齢}) - \text{安静時心拍数}\} \times \text{運動強度} + \text{安静時心拍数} \quad (1)$$

楽曲に合わせてウォーキングがしやすいようベースパートは4つ打ちで生成し、音量を大きく設定することで低音を際立たせる。また、メロディ

テンプレートは、足を出すタイミングで必ず音が鳴るよう生成する。メロディにおいて小節間の音数が少ないと獲得した感性モデルのルールを楽曲に反映できず好みの楽曲にならないが、音数が多すぎても楽曲のテンポをうまく掴むことができずウォーキングを行いにくい。そのため、2小節中の音数が12から20音になるようメロディテンプレートを生成する。

## 5. 評価実験

20代9人と50代以上3人の計12人を被験者として、既存楽曲を聴きながら2回、生成楽曲を聴きながら2回のインターバルウォーキングを行う評価実験を実施した。歩行時にFitbit Charge5を着用し心拍数を計測させた。図1にある被験者の既存・生成楽曲使用時の心拍数変化のグラフを示す。実験後のアンケートでは、生成楽曲の好みの度合いと、生成楽曲を用いたウォーキングのやりやすさに関して、1～5の5段階評価で回答させた。また、楽しさ・歩きやすさ・疲労度について既存楽曲と生成楽曲を比較した際、いずれが勝っているかを選択させた。さらに、各回答について自由記述で理由を聞いた。表1は、各評価値の平均と標準偏差、表2は各回答の割合を示す。

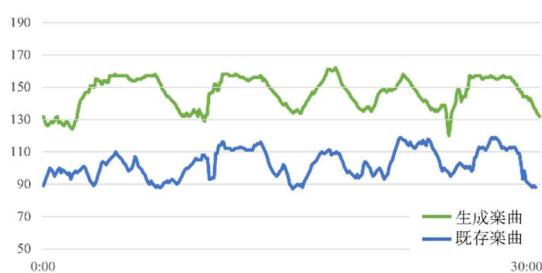


図1 既存・生成楽曲使用時の心拍数の変化

表1 生成楽曲に関する評価値の平均と標準偏差

評価項目	平均	標準偏差
①好みの度合い	3.00	0.94
②インターバルウォーキングのやりやすさ	4.42	0.96

表2 両楽曲の比較における選択割合

比較項目	既存楽曲	生成楽曲
①楽しさ	83.3%	16.7%
②歩きやすさ	8.3%	91.7%
③疲労度	16.7%	83.3%

生成楽曲を使用したウォーキングの継続性については、可能が58.3%、不可能が41.7%という結果を得た。また、自由記述では、20代の被験者から速歩き用の楽曲が速すぎてついていくのが大変だったという意見が多く寄せられた。一方で、50代以上の被験者からはゆっくり歩きがゆっくり過ぎて歩きにくいとの意見が挙がった。

## 6. 考察

インターバルウォーキングを用いることにより、ウォーキングにおける運動効率を向上できた。評価項目②の平均値や比較項目②において91.7%が生成楽曲と回答していたことより、ウォーキングをしやすくするという観点では一定の効果があるといえる。しかし、楽しさの向上については課題が残る結果となった。正確な運動強度でインターバルウォーキングができるようカルボーネン法を用いて、年齢と安静時心拍数から被験者に適した速さを算出していたが、20代には速すぎ、50代以上には遅すぎると感じる人が多かった。楽しさや継続性の観点から、ユーザが楽曲の速さを調節できる機能をつける、普段の活動量も参考にして速さを算出するなどの改善策が挙げられる。

## 参考文献

- [1] 竹内 真太, 西田 裕介, 美津島 隆, “心拍-呼吸-運動リズム間の同期現象の誘発は歩行中の体循環系と肺循環系へ影響を及ぼす”, 第46回日本理学療法学会大会抄録集, Vol.38 Suppl. No.2, PF2-018, 2011.
- [2] L. Ferreri, E. Mas-Herrero, R.J. Zatorre, et al., “Dopamine Modulates the Reward Experiences Elicited by Music”, Proc. the National Academy of Sciences, Vol. 116 No. 9, 2019.
- [3] N. Otani, S. Shirakawa, et al., "Design of Populations in Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression in Consideration of the Entire Music Structure," Principles and Practice of Multi-Agent Systems, pp.143-154, 2016.