

# リズム譜の難易度を数値化し類題を出題するリズム学習システムの提案

勝俣 加奈子\* 五十嵐 悠紀\*

**概要.** 本稿では、音価を視覚的に理解することを支援した上で、リズム譜の難易度を数値化しユーザに合わせた類題出題が可能な学習アプリケーションを提案する。本システムは、デジタルデバイスを利用してユーザがリズム学習の課題に取り組むものである。ユーザが繰り返し課題に取り組む際に、出題するリズム譜の難しさを数値化しその値に基づいた類題を出題することで、より効率的に学習を支援することを旨とする。

## 1 はじめに

楽譜には音程、リズム、強弱、表現方法、速さなど様々な情報が盛り込まれている。楽譜が読めない人の中には、音程は分かるがリズムが分からないということが多く、音符または休符の開始点から次の開始点までをその符の「音価」[1]と定義されていて、読譜学習においてリズムを認識すること、つまり音価を理解することは音程を認識することと比べ難易度が高いと言える。なぜなら、音程は五線譜に書かれた音符の位置から視覚的に理解しやすいが、リズムを認識するためには音符の種類（例えば、四分音符、八分音符など）と音価（1拍分、半拍分など）を対応させて覚えておく必要があるからである。その上、リズムは音符の組み合わせによって変化するため網羅的に記憶するような学習の仕方は適していないといった点も挙げられる。また、通常の音楽ドリルでは自分の得意なリズムも苦手なリズムも関係なく問題を解いていくため、自身の課題を意識しづらいといった点も挙げられる。

そこで本稿では、音価を視覚的に理解することを支援した上で、リズム譜の難易度を数値化し、ユーザに合わせた類題出題が可能な学習アプリケーションを提案する。難易度の易しいものから順に提示して学習を進めていくことに加えて、ユーザの間違ったリズムを記録することでそのリズムおよび同じ難易度のリズムを重点的に学習可能にした。

## 2 関連研究

雨宮らは演奏をしながら読譜学習を行うシステムを提案した[2]。キーボードの入力から楽譜のリズムを再現できているかを判定するもので、このシステムは音高と音価の学習に効果があることを示した。藤井らはピアノ演奏における楽曲の難易度を音長、

音間の高低差、指くぐりの頻度、楽曲のテンポの4つを指標として判定する手法を提案している[3]。

Ebisuらは電気刺激を用いてリズム学習を行う研究を提案している[4]。楽器の演奏経験のない人でも電気刺激によって楽器演奏が可能になる手法である。

本システムは、リズム学習に特化し、自身の課題を認識しながら学習を進めることを目的とした。

## 3 提案手法

### 3.1 システム概要

提案する手法は、リズム譜の穴埋め課題に繰り返し取り組むことでリズム学習を支援するものである。音楽教育の一環としての利用を想定し、小学生を主な対象ユーザとして設計した。パソコン、スマートフォン、タブレットいずれかのデバイスを利用する。ユーザは出題される問題の難易度を「簡単」「普通」「難しい」の三段階から選択する。システムは選択した難易度にあわせてリズム譜を生成し問題を出題する。また、システムは選択された難易度と問題の正誤を記録し類題生成に利用する。間違えた問題や近い難易度の問題を出題されるため、通常の音楽ドリルと比べて、自身の課題を認識して学習を進めることが可能である。



図1 システム画面

Copyright is held by the author(s).

\* 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科

### 3.2 設計

システム画面を図1に示す。ユーザは出題画像の穴埋めになっている部分に当てはまる音符を画面下部の音符の中から選択する。音価を視覚的に理解することを支援するために、画面の右上のボタンを押すことで音符の上にヒントを表示する機能を実装した（例えば四分音符は1拍なので、リンゴ1個を表示する）（図2）。

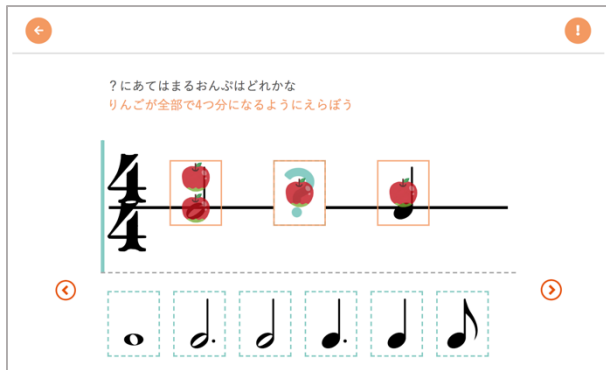


図2 ヒント機能の表示

### 3.3 アルゴリズム

プロトタイプシステムでは、4/4 拍の 1 小節のリズム譜を自動で生成し、出題した。システムはリズムのデータを音符の長さの配列として保存し、表示の際に音符の長さを参照して適切な音符を画面に表示させている。リズム譜の生成は配列の並べ替えによって実装している。配列操作は処理に時間がかかるため、2 拍分のデータを 2 つ生成し、それらを繋げて 1 小節分のデータとして生成している。

配列の生成方法は以下の通りである。問題に出現し得る最短の音価の音符の音価を  $L$  とする。2 拍の中に出現する音符の最大個数  $N$  は  $2/L$  個である。この時生成されるリズムのパターンは、音符を  $a$ 、音符の区切りを  $b$  とすると、 $a$  を  $N$  個、 $b$  を  $N-1$  個ある長さ  $2N-1$  の配列の並べ替えの個数と等しく、

$$(2N - 1)! / (N! (N - 1)!) \quad (1)$$

通り存在する。その中から任意に 1 つ選ぶ操作を 2 回行い 1 小節分のリズムデータ配列  $A$  とする。

次に配列  $A$  を音符の長さの配列に置き換える。配列  $A$  の中で  $a$  が連続して出現した回数  $n$  を数える。出現するそれぞれの音符の長さは  $n \times L$  なので、それらの結果を配列にしてリズムのデータを保存する。問題生成の具体例を図3に示す。

上記の方法によって生成したリズムの難易度を計算し、適当な値の場合、任意のユーザへ出題する。難易度判定のアルゴリズムとして、[3]の音長による難易度判定を利用した。

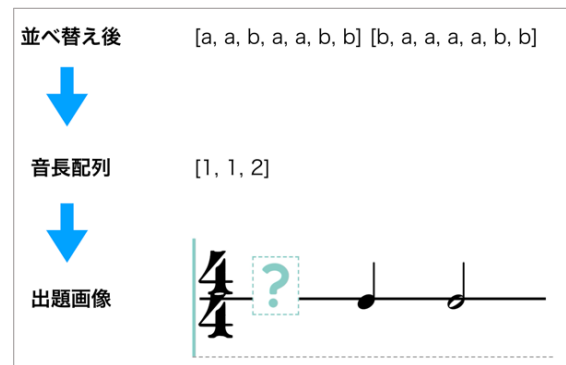


図3 問題生成イメージ

## 4 まとめと今後の課題

音価を視覚的に理解することを支援した上で、リズム譜の難易度を数値化し、ユーザに合わせた類題出題が可能な学習アプリケーションを提案した。

今後の課題は、出題アルゴリズムの強化、出題形式の検討である。現状のシステムでは音長による難易度のみが考慮されており、音符の並び順は難易度に影響しない。休符を含んだリズムへの対応や、裏拍、シンコペーションを考慮した難易度判定を可能にしたい。また、楽譜に書かれたリズムを再現できているかをシステムが判定するために、出題や回答方法の改善が必要である。

ユーザが自身の課題を意識した上で効率的な学習を行うことの支援を目指すとともに、今後実験を行なってシステムの効果を検証していきたい。

## 参考文献

- [1] Wikipedia  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9F%B3%E4%B%E%A1> (2019/07/27 確認)
- [2] 雨宮 聡子, 金子 敬一. 「音高と音価に着目した読譜学習システムの設計と実現」情報処理学会 研究報告, 2006-CE-84, 2006.
- [3] 藤井ほのか, 齋藤康之「SMF 解析による楽曲の難易度判定」映像情報メディア学会技術報告 40.5(0),33-36, 2016.
- [4] Ayaka Ebisu, Satoshi Hashizume, and Yoichi Ochiai. 2018. Building a feedback loop between electrical stimulation and percussion learning. In ACM SIGGRAPH 2018 Studio (SIGGRAPH 2018). Article No.1.