HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Automatic generation of stage data for music games with an appropriate difficulty control method [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	有働, 篤人
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15547号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89461
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Atsuhito_Udo_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (情報科学)　　氏名　有働　篤人

審査担当者　主　査　教　授　土橋 宜典
副　査　教　授　坂本 雄児
副　査　教　授　長谷山 美紀
副　査　特任教授　荒木 健治

学位論文題名

Automatic generation of stage data for music games with an appropriate difficulty control method
（音楽ゲームのステージデータの自動生成における適切な難易度調整手法について）

本論文は、音楽ゲームにおけるプレイヤーの操作指示を記録したステージデータの自動生成に関する研究に取り組んだものである。

第 1 章では、ビデオゲームへの需要と期待、また、その中での音楽ゲームの位置づけと音楽ゲーム制作における課題について議論し、本研究のアプローチと貢献についてまとめている。ビデオゲームは我々の日常生活において欠かせない娯楽の一つとなっている。音楽ゲームでは、プレイヤーは背景で流れている音楽に含まれる音の立ち上がりなどの特定のタイミングで特定の行動 (例: ボタンを押す) を取ることが求められる。行動のタイミングや種類はあらかじめ決められており、そのデータはステージデータないしは譜面と呼ばれている。譜面の作成は、音楽に関する知識を持った者が、譜面に使用する音楽を何度も聞き返しながら、適切な難易度の操作指示を決定する必要があるため、時間がかかる。本研究はこの問題の解決に取り組んだものである。

第 2 章では、本研究で扱う音楽ゲームの一つである、Dance Dance Revolution について概説し、人手による譜面生成の難しさやそのコストについて詳しく論じている。

第 3 章では、機械学習を用いた既存研究について議論している。本研究と関連が深い Dance Dance Convolution と呼ばれる手法については、特に深く議論し、その問題点を明らかにしている。この手法は、本研究と同様に Dance Dance Revolution(DDR) と呼ばれる音楽ゲームを対象としており、音楽が記録された音声ファイルとユーザが希望する難易度を入力として、譜面を自動的に生成する。過去に人が作った DDR の譜面とそれに対応する楽曲を教師データとして学習処理が行われるため、人が作ったような譜面を生成できるとされている。しかし、ユーザの希望する難易度が低い時、人が作った譜面よりも多くの操作指示を配置した譜面を生成するという問題を明らかにしている。

第 4 章では、既存手法の問題点を解決するため、譜面に含まれる操作指示に従った際のプレイヤーの動きを定量化することで難易度と結びつけ、生成された譜面の難易度を評価・調整する手法を提案している。人の作った譜面を、それらに含まれる操作指示の密度の観点から分析し、譜面の難易度が主に操作指示の密度に支配されることを明らかにしている。しかし、操作指示の密度だけではなく、操作指示がプレイヤーに求める動作の複雑性も難易度に関わっているが、それについてはこれまで考慮されていない。そこで、操作指示の複雑性を反映した値として Movement Cost(MC) を新たに提案し、人が作った譜面と既存手法により自動生成された譜面の MC を比較す

ることで、難易度が適切に調整された譜面を生成する手法を提案している。しかし、人が作った譜面には見られない操作指示の配置が生じるという課題が残されるていることも確認している。

第 5 章では、音楽的知識を用いて、人の作った譜面と自動生成された譜面それぞれを分析した結果に基づいて自動生成された譜面の難易度を調整し、前章で提案した手法の課題を解決する手法を提案している。4 分音符などのリズム表記を用いて譜面を分析し、定量化可能な情報を基に難易度を評価・調整する手法を提案している。リズム表記を用いると、譜面に含まれる操作指示を出現するタイミングによってクラス分けすることが可能になる。そこで、人手により作成された譜面を解析し、難易度ごとに操作指示が存在しうるクラスが偏っていることを明らかにしている。そして、既存手法により自動生成した譜面の操作指示をクラス分けした結果と、人手により作成された譜面の各クラスの出現頻度とを比較することで、人が配置するはずのないタイミングで配置されている操作指示を削除する手法を提案している。これにより、ユーザの希望する難易度が低い時であっても、適切な難易度の譜面を生成することに成功している。

以上を要するに、本研究では、音楽ゲームにおける操作指示を記録した譜面の自動生成を目的とし、プレイヤーの運動量に基づく難易度の定量化および既存手法が出力する譜面の補正手法を提案している。これによって、ユーザの望む難易度の譜面を自動生成することに成功している。提案手法は、既存の機械学習による手法では学習されていない情報を新たに導入することで、人手によって作成された譜面の特徴を考慮した上で、適切な難易度の譜面を自動的に生成できる。提案手法を用いることで、良質な譜面の自動生成が可能となり、エンターテイメント産業を中心とする多方面での活用が期待される。よって、著者は北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。