

2018年度 卒業論文

模範演技可視化を用いた練習法による
リズムゲーム上達支援に関する研究

指導教員：渡辺 大地 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス
学籍番号 M0115053
上野 笙一郎

2019年1月

2018年度 卒業論文概要

論文題目

模範演技可視化を用いた練習法による
リズムゲーム上達支援に関する研究

メディア学部

学籍番号：M0115053

氏名

上野 笙一郎

指導
教員

渡辺 大地 准教授

キーワード

リズムゲーム、スマートフォン、自動化、模範演技、Leap Motion

ゲームのジャンルの1つとして、音楽に合わせて指定されたタイミングでアクションをとるリズムゲームと呼ばれるものがある。タイミングに合わせてボタンを押したり太鼓を叩いたりなど、アクションは様々であるが、近年ではスマートフォンをプラットフォームとしたリズムゲームが急増しており、それぞれのアクションには共通したものが多い。リズムゲームの上達の方法の1つに最適な指・手の動かし方を覚えるというものがあるが、ユーザーは手探りで最適な指・手の動かし方を見つけていくしかない。また、人の学習能力には個人差がある以上、中には莫大な時間がかかる人も存在し、ユーザーのストレスへと繋がるケースも存在する。そこで、自分のプレイの仕方の間違いを可視化することで学習効率が上がるのではないかと考え、本研究では、最適な指・手の動かし方を再現したお手本モデルを作成し、ユーザーがお手本モデルと共にプレイすることでずれを直していく練習の手法を提案する。この手法を用いた練習を体験してもらい、体験前と体験後の上達具合をそれぞれ調査した。これをお手本モデルが無い状態での練習も同様に調査し、比較検証を行ったところ、お手本モデルがある状態とない状態での上達度に大きな差はなく、お手本モデルの必要性を十分に証明することは出来なかった。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	論文構成	3
第2章	リズムゲームについて	4
2.1	リズムゲームの分類	4
2.2	ノーツの種類	5
2.2.1	ノーマルノーツ	5
2.2.2	長押しノーツ	6
2.2.3	フリックノーツ	7
2.2.4	スライドノーツ	8
2.3	特殊な運指の例	9
2.3.1	片手拘束	9
2.3.2	高速両手押し・トリル	10
第3章	提案手法	11
3.1	実験に使用した機器・システムの解説	11
3.1.1	Leap Motion について	11
3.1.2	Unity について	12
3.2	手法の解説	13
3.2.1	譜面作成	14
3.2.2	お手本モデルの仕組み	14
3.2.3	プレイ方法	16
第4章	評価実験	17
4.1	実験方法	17
4.2	結果	18

4.2.1	上達度	18
4.2.2	自由回答	19
4.3	分析と考察	19
第5章	まとめ	21
	謝辞	23
	参考文献	24

目 次

2.1	ノーマルノート	6
2.2	同時押しノート	6
2.3	長押しノート	7
2.4	フリックノート	8
2.5	長押しフリックノート	8
2.6	スライドノート	9
2.7	片手拘束の例	10
2.8	トリルの例	10
3.1	LeapMotion	12
3.2	認識の様子	12
3.3	Unity によるシステム作成の様子	13
3.4	ゲーム画面	13
3.5	生成した CSV	14
3.6	支え型	15
3.7	置き型	15

第 1 章

はじめに

1.1 研究背景と目的

ゲームのジャンルの1つとしてリズムゲームと言うものが存在する。リズムゲームとは流れる音楽のリズムに合わせて決まったタイミングでプレイヤーがアクションを取ることで得点が増えていき、その得点でノルマとなる条件をクリアすることや、得点の高さを競い合うといった遊び方をするゲームである。リズムゲームでは、いつどこでアクションを起こすかのタイミングの指標となるものをノーツ、その流れを示したものを譜面と呼ぶ。リズムゲームのプラットフォームは多岐に渡り、アーケードゲームでは太鼓の達人 [1]、ダンスダンスレボリューション [2] など多数の専用機がゲームセンターの一角を占めており、家庭用ゲームでもパラッパラッパー [3]、リズム天国 [4] など多くのリズムゲームが存在する。プレイヤーが取るアクションはゲームのコンセプトごとに異なるが、リズムにノってアクションを取ることを楽しむというゲームの基本となる部分は変わらない。近年ではラブライブ！スクールアイドルフェスティバル！ [5]、バンドリ！ガールズバンドパーティ！ [6] などモバイルゲームのリズムゲームが急増しており、多くの人が無料でリズムゲームをプレイできる環境が整ってきた。リズムゲームが上手になり、難しい譜面が出来るようになる要素としてはリズム感が身につけていることや、最適な指・手の動かし方（以下運

指と表記する)を覚えて自然に手を動かせることなどがある。リズム感については、自分自身の中のリズム感に気づき、時間の幅を感じる必要があるで、これを具体的に意識化していくことが重要であると大山 [7] は述べている。一方、運指については、運指を最適化するシミュレーションとしては、既に楽器の演奏を題材とした研究の事例がいくつかある。澤井ら [8] はフルートの運指において、対象とするパッセージから生成したグラフの最短路問題に帰着して最適化したモデルを作成し、そのモデルの中のパラメータのチューニングを行った。米林ら [9] と田沼 [10] はピアノの運指において、マルコフ連鎖という確率遷移の一種を利用したモデルを制作し、最適な運指を自動で決定するシステムを作った。伊藤ら [11] はギターの運指において、問題を多段階決定問題として捉え、動的計画法を用いて運指を最適化した。しかし、これらの研究では数値上やデータ上における運指の情報でしかなく、実際の手の動きまでは表示しないため、特に初心者においては運指を理解しにくいと言える。一部のリズムゲームには譜面の情報と上手に叩くための方法が示してある攻略サイトや、リズムゲームをプレイしている手元を撮影し最適な運指を示している動画も存在する。しかし、リズムゲームが上手である誰かがページを作成したり、動画を投稿したりしなければ見ることは不可能である。よって、全てのリズムゲームに運指を覚えるのを支援する媒体は存在するとは言えず、多くのプレイヤーが手探りで運指を見つけ出さなければならぬ。更に、人による習熟度の差は激しい。そのため、同程度の反復練習を行っても非常に上達する人がいる一方、全く上達する見込みがなく諦めてしまう人もいる。また、リズムゲームに限らずソーシャルゲームではゲーム内で期間限定のイベントを開催することが多い。その大半は他のユーザーとハイスコアの大きさやプレイすることで手に入るポイントで競う形式であるのだが、難しいミッションをクリア出来れば出来るほど高いスコアが出せたり、多くのポイントを獲得したりできるシステム上、習熟度が中々上がらない人にとっては、参加したプレイヤーの中で上位を取ることが難しい。反復練習を繰り返し難しい譜面が出来るようになった頃には、元々難しい譜面が出来ていた人が更に難しい譜面を出来るようになり、ランキング上位に入ってくる難しい

譜面ができる人の人口が増え、結果として上位には入りにくくなってしまふ。井町ら [12] の研究では、楽器での演奏に比べてリズムゲームでは、映像や音響などの情報をリアルタイムにプレイヤーに返すことが早く習熟度を上げることに繋がっていることを証明している。加えて、情報をプレイヤーに与えることで習熟度を上げることを支援した例が既にいくつかある。加藤 [13] はオンラインゲームにおいて戦略的協調作業の為の情報をプレイヤーに視覚的に与えることで、プレイヤー間のコミュニケーションを円滑にした。多田 [14] はボルダリングにおいて仮想指導者のCGアニメーション、指導情報などを記した仮想パネル等を提示しボルダリングを指導するシステムを開発した。多胡 [15] はダーツにおいて基本のダーツフォームと自分のダーツフォームにおける相違点の理解度の向上を促すシステムを開発した。本研究では、このことを利用して、運指の模範演技となる3Dのモデル（以下お手本モデルと表記する）を作成し、プレイヤーがお手本モデルと共に演奏して自分の運指の間違ひを改善していき、習熟度を上げる支援をすることを目的とした。そして、打ち込んだ譜面の情報に合わせて自動で動くお手本モデルを使ったシミュレーションを作成し、数名の被験者に作成したシステムを使ってリズムゲームの練習をしてもらった。その結果、お手本モデルを利用した場合と利用しなかった場合とで上達度に大きな差はなく、お手本モデルがとても参考になったとは言い切れず、有用性を十分に証明することは出来なかった。

1.2 論文構成

本論文は全5章からなる。2章では本研究の対象となるリズムゲームについて解説する。3章では本研究の提案手法の内容について述べる。4章では提案手法の検証と結果を述べ、検証結果から分析し考察する。5章ではまとめと今後の展望を述べる。

第 2 章

リズムゲームについて

2.1 リズムゲームの分類

リズムゲームは現在アーケード、家庭用、スマートフォンなど様々なプラットフォームで展開しているが、基本的な特徴は共通している。本研究では、既存の音楽ゲームを画面を見ながら手元のコントローラーを操作する画面別離型と画面を直接タッチすることで操作する画面一体型の 2 つに分けた。そのうえで、本研究が 2 つの中でどの分類を対象としているのかを説明する。

- 画面別離型

専用のボタンやコントローラーを搭載しており、画面を見ながらプレイヤーが手元のコントローラーにアクションを加えることでゲームを進めるリズムゲームを画面別離型とした。太鼓の達人、ダンスダンスレボリューションなど、ゲームセンターや家庭用ゲーム機のリズムゲームが多い。

- 画面一体型

画面上にアクションを取るポイントが出現し、直接画面を押す、あるいはタッチすることで直感的にプレイできるリズムゲームを画面一体型とした。アイドルマスターシンデレラガールズスターライトステージ [16]、ラブライブ！スクールアイドルフェスティバ

ル！など、主にスマートフォンのリズムゲームが多い。また、ゲームセンターにおいても GROOVE COASTER[17]、maimai[18] など直感的に楽しめて、かつ大画面で迫力のある映像を追求した機種が増加している。

本研究では 2 つに分けた分類の中から画面一体型を対象とした。理由は 2 つあり、1 つは近年のリズムゲームの多くが画面一体型であるためである。もう 1 つは、リズムゲームの熟達者は視線が動く範囲が少ないことを示した小原らの研究 [19] より、画面別離型ではお手本モデルを用いた上達の手法の開発は難しいと考えたためである。画面別離型のリズムゲームは、入力を行う部分と出力が行われる部分に大きく距離があり、両方を見ようとすると大幅に視線を動かさなければならない。そのため、本研究では画面一体型でのプレイを想定した譜面におけるお手本モデルを用いた上達の手法を提案する。

2.2 ノーツの種類

ゲームの中に登場するノーツは、ゲームごとにそれぞれ操作方法やグラフィックなどが異なるが、本研究の対象である画面一体型においては主に 4 種類のノーツが大多数のリズムゲームに共通して登場している。本研究ではそれぞれノーマルノーツ、長押しノーツ、フリックノーツ、スライドノーツとし以下に 4 種類のノーツの基本的な操作方法について記述する。なお、本節および次節に記載している図はアイドルマスターシンデレラガールズスターライトステージのゲーム画面である。

2.2.1 ノーマルノーツ

ノーマルノーツとは、ノーツの基本の形であり、楽譜の 4 分音符や 8 分音符などにあたる。判定ポイントと重なったときに判定ポイントをタップするだけでポイントが増える。更に発展形として、ノーツ同士が 1 つの水平線で繋がっており、2 か所同時にタップしなければならない「同時

押しノーツ」も存在する。このノーツの組み合わせ次第では、普段は右手でタップしているレーンでも左手でタップせざるを得ない状況になるなど、大きく難易度を上げる要因となる。図 2.1 はノーマルノーツ、図 2.2 は同時押しノーツを映した実際のゲーム画面である。

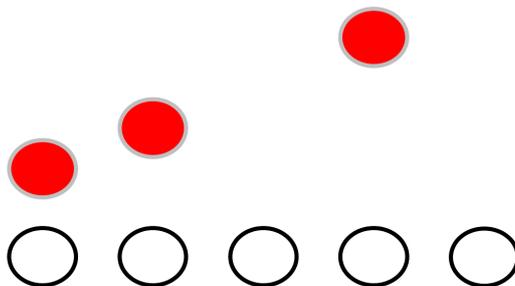


図 2.1 ノーマルノーツ

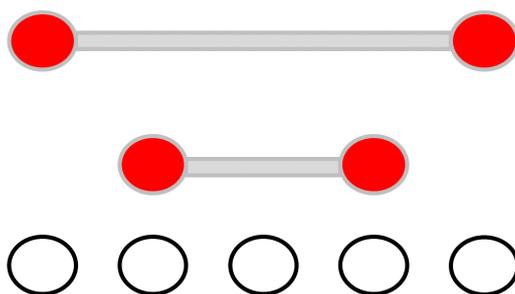


図 2.2 同時押しノーツ

2.2.2 長押しノーツ

長押しノーツとは、押した後決まった期間だけ指を離さず、同じ形のノーツが来たタイミングで離すことでポイントが増えるノーツのことである。ノーツから帯のようなものが伸びている形状をしており、帯の長さが長押しする時間となる。途中で指を離すと最後に降ってくる長押しの終点のノーツごと消えてしまい、ポイントが増えなくなる。図 2.3 は、長押しノーツを映した実

際のゲーム画面である。

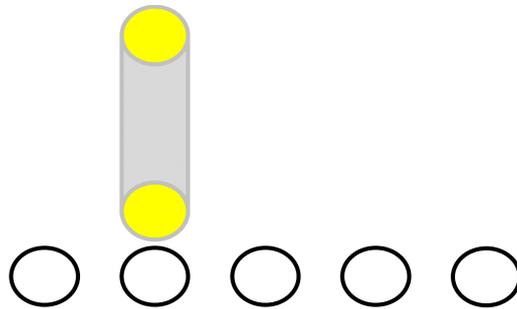


図 2.3 長押しノート

2.2.3 フリックノート

フリックノートとは矢印の形をしており、決まった方向にタイミングよくスマートフォンを擦ることでポイントが増えるノーツのことである。また、この発展形として、長押しノーツの終点にあたる部分がフリックノートになっており、指を離さずにフリックを行わなければならないノーツも存在する。このノーツはアーケードや家庭用のリズムゲームにはあまり存在せず、画面に指を当てて操作する画面一体型ならではのノーツと言える。ノーマルノーツと長押しノーツのような指を上下させて取るノーツとは違い、指を左右に動かす運動を要するため、他のノーツと同時に出現するとプレイヤーの混乱を招きやすくなり、難易度を上げる大きな要因となるノーツである。図 2.4 はフリックノート、図 2.5 は終点がフリックノートになった長押しノーツを映した実際のゲーム画面である。

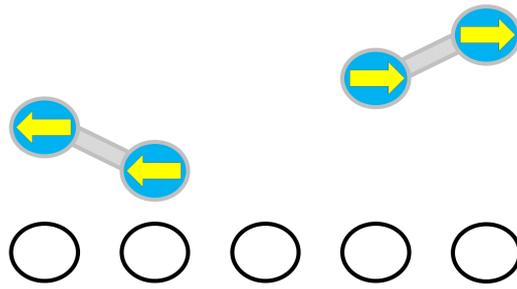


図 2.4 フリックノート

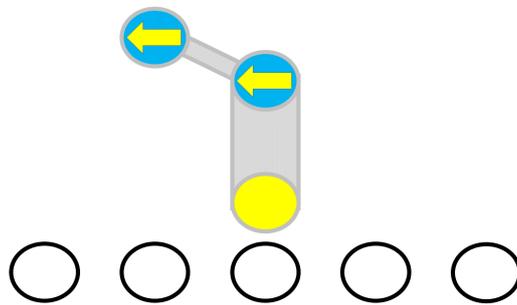


図 2.5 長押しフリックノート

2.2.4 スライドノート

ノートから帯が斜め方向に伸びているノートはスライドノートと言う。長押しノートを応用した形のノートであり、長押ししながら決まったレーンまで指を動かし、帯が途切れたタイミングで指を離すことでポイントが増えるノートである。ノートの終点が行き着く先を意識しながら動かさなければならず、画面一体型のリズムゲームに登場するノートの中では最も難易度が高いノートである。ただし、難易度を緩和するべく、始点と終点を繋ぐ帯の動きと指の動きを合わせなくてもペナルティが発生せず、終点と重なる判定ポイントのレーンと指を離すタイミングが合えばポイントは増える仕様となっているゲームもある。図 2.6 はスライドノートを映した実際のゲーム画面である。

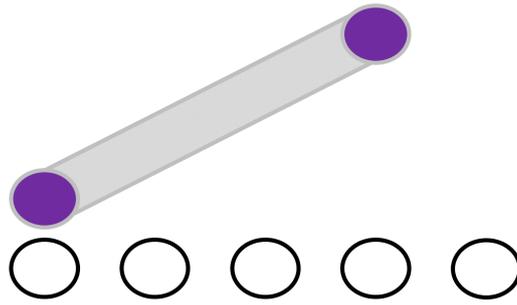


図 2.6 スライドノート

2.3 特殊な運指の例

左手と右手でどの判定ポイントをタップするか割り当てる、というのはリズムゲームに関わらず多くの演奏における上達するための基本的なテクニックと言える。しかし、一部の譜面には割り当てた通りにタップしてはノートを取るのが難しい箇所も存在する。以下にその例を示す。

2.3.1 片手拘束

片方の手で長押しノートを押している状態のところに他のノートが降ってくる場合がある。この時、長押しノートを押している手は離すことが出来ないため、もう片方の手でタップしなければならない。このような配置は片手拘束と言う。中にはノートを離して置いて指の移動量を大きくしたり、フリックを織り交ぜたりすることで難易度を上げている譜面も存在する。図 2.7 は上記の操作を必要とするノートの配置を映した実際のゲーム画面である。

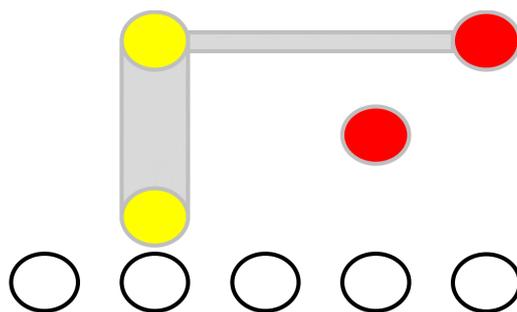


図 2.7 片手拘束の例

2.3.2 高速両手押し・トリル

難易度が高い譜面になると、ノート同士の間隔が短くなる。例えば左から 1 番目と 2 番目のレーンにノートが短い間隔で降ってくる時、割り当てている通りにどちらも左手で取ろうとすると、指を素早く動かさなければならなくなるため、タイミングがずれて失敗しやすい。この時、2 つのノートを両手を使って取ることで、片方の手で取るよりも正確になる。この応用として、トリルと言う配置がある。元は音楽用語で、楽器において 2 つの近い音を反復させ震わせるように弾く演奏方法のことであり、リズムゲームにおいては時間差で来る複数のレーンにまたがり連続で降ってくるリズムアイコンを交互に叩かせるような配置のことを指す [20]。図 2.8 はトリルの配置を映した実際のゲーム画面である。

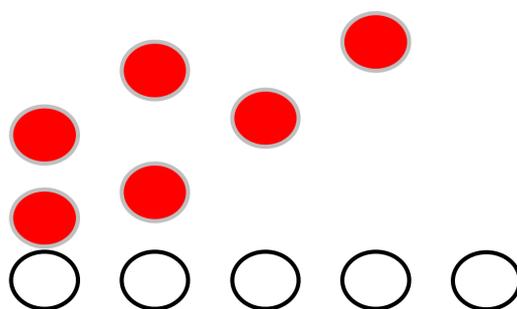


図 2.8 トリルの例

第 3 章

提案手法

3.1 実験に使用した機器・システムの解説

3.1.1 Leap Motion について

Leap Motion とは 2 基の赤外線カメラと赤外線照射 LED を搭載した小型 USB 装置のことである。両手と 10 本の指をそれぞれ独立して同時に 3 次元的に認識しており、上下左右、前後、捻りといった動作も捉えることが可能である。これにより様々なモーションコントロールを実現している。本研究ではお手本モデルを使ったリズムゲーム練習システムの作成にあたって Leap Motion を使用し、シミュレート内の手のモデルと連動させることで、スマートフォンの指を使った直感的な操作体系を再現した。図 3.1 は LeapMotion の外観、図 3.2 は手の認識の様子である。



図 3.1 LeapMotion



図 3.2 認識の様子

3.1.2 Unity について

Unity とは総合開発環境を内蔵し、複数のプラットフォームに対応したゲームエンジンの 1 つである。本研究ではこのゲームエンジンと C 言語、多くのコンピュータ言語の環境をサポートする LeapMotionSDK[21] を使用し、最適な運指を再現したお手本モデルを参考にしながら、Leap Motion で認識した手を使いリズムゲームをプレイするシステムを作成した。図 3.3 は Unity によるシステム作成の様子である。

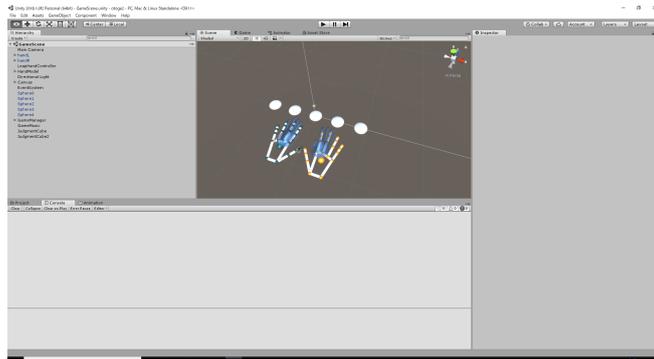


図 3.3 Unity によるシステム作成の様子

3.2 手法の解説

Leap Motion と Unity を使い、画面一体型のリズムゲームを再現したシミュレーションを作成した。画面下部に設置した 5 つのオブジェクトが判定ポイントであり、それぞれ 1 から 5 の番号を付けている。また、このシミュレーションは本論文で紹介した 4 種類のノーツのうち、ノーマルノーツと長押しノーツに対応している。なお、このシミュレーションのシステムはアイドルマスターシンデレラガールズスターライトステージ [16] をベースとしている。図 3.4 は本研究の検証のために作成したシミュレーションの画面である。

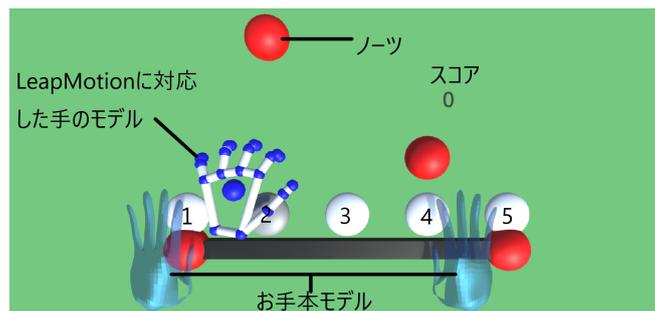
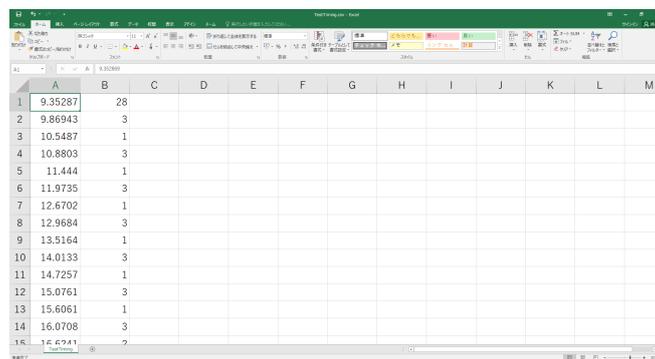


図 3.4 ゲーム画面

3.2.1 譜面作成

まず、譜面を作成するには、ノーツが降ってくるタイミングとノーツの場所、種類が必要になってくる。そこで、お手本モデルのシミュレーションとは別に譜面を生成するシステムを作成した。スタートすると予め設定した音楽が流れ始め、音楽のリズムに合わせてキーボードのキーを押ししていく。この時システム上ではキーを押したタイミングを保存し、これがノーツが降ってくるタイミングとなる。また、キーを使い分けることによってノーツが落ちてくるレーンとノーツの種類を指定することができる。これらのデータを CSV ファイルに書き出し、1 列目にはノーツが降ってくるタイミングを記録し、2 列目にはノーツの種類と場所を数字に置き換えたものを記録する。そして、お手本モデルのシミュレーションでファイルを読み込んで使う。図 3.5 は生成した CSV ファイルの画像である。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	9.35287		28										
2	9.86943		3										
3	10.5487		1										
4	10.8803		3										
5	11.444		1										
6	11.9735		3										
7	12.6702		1										
8	12.9684		3										
9	13.5164		1										
10	14.0133		3										
11	14.7257		1										
12	15.0761		3										
13	15.6061		1										
14	16.0708		3										
15	16.4741		1										

図 3.5 生成した CSV

3.2.2 お手本モデルの仕組み

ノーツにはそれぞれタグを付けている。ノーツが判定ポイントの上方に設置した透明なオブジェクトに触ると、タグに応じてお手本モデルに設定したアニメーションが動く仕組みとなっている。これにより譜面における実際の運指を再現している。このシステムでは右利きの人の手の動きとしてアニメーションを設定し、左から 1,2 番目の判定ポイントを左手で、3,4,5 番目の判

定ポイントを右手で取るものとする。ただし、同時押しノーツが出現した時や、長押しノーツを押していて指が離せない時などは、その時に合わせて普段使ってる手とは逆の手で取るようアニメーションを設定する。また、画面一体型のリズムゲームが多いスマートフォンのリズムゲームだが、リズムゲームをプレイする際のスマートフォンの持ち方には、様々な持ち方がある。持ち方によって運指も変わってくるのだが、本研究ではこれらの持ち方を両手でスマートフォンを支えて親指2本でプレイする支え型、スマートフォンを置いて全ての指でプレイする置き型の2種類に分ける。その上で、本研究では置き型でのプレイを想定しアニメーションを設定する。図 3.6 は支え型、図 3.7 は置き型の持ち方の例である。



図 3.6 支え型



図 3.7 置き型

2.3.1 項で説明した片手拘束においては、長押しノーツが出現した時に、その次のノーツがどこに降ってくるかで変数の値を変更させ、その値に応じてアニメーションの遷移条件を設定することで、長押ししている間だけもう片方の手で他のノーツを取る動きをするように設定する。2.3.2 項で説明した高速両手押し・トリルにおいては、ノーツ同士の間隔を時間のデータとして取り、その値が一定の数値を下回り、かつその次のノーツが降ってくる場所が特定のレーンである場合、片手拘束の場合と同様にアニメーションの遷移条件を設定する。表 3.1 に、長押しノーツの始点およびトリルの 1 番目にあたるノーツが降ってくる場所、長押しノーツで片手の指が塞がっている間に降ってくるノーツの場所、および 1 番目のノーツから短い間隔で降ってくる 2 番目のノーツの場所によって分岐する片手拘束、およびトリルの判定用のフラグが起動する運指のパターン

を記す。

表 3.1 特殊な運指が発動するパターン

条件	最初のノート	以降 or 2 番目のノート	効果
条件 A	1	2	2 に降るノーツを右手で取る
条件 B	2	1	2 に降るノーツを右手で取る
条件 C	3	4or5	3 に降るノーツを左手で取る
条件 D	4	3	3 に降るノーツを左手で取る
条件 E	4	5	4 に降るノーツを左手で取る
条件 F	5	3or4	3,4 に降るノーツを左手で取る

3.2.3 プレイ方法

プレイヤーはまず Leap Motion に自分の手を認識させ、シミュレータ上にプレイヤーの手の動きと連動した手のモデルを出現させる。画面の上から降ってくる判定ポイントと重なった時に、プレイヤーは手を動かし判定ポイントに触れていく。上手くタイミングが合えばノーツは消え、ポイントが増える。このポイントが高いほど、リズムにノれてノーツを上手く取ったと認識する。お手本モデルはゲーム内の特定の位置に置きシミュレーションを始めると、設定した音楽と作成した譜面の情報に合わせて自動で模範となる動きを取る。プレイヤーはお手本モデルの手の動きを追従する形で手を動かし、運指を学んでいく。

第 4 章

評価実験

4.1 実験方法

本研究では 20 代の 9 名の被験者に以下の手順を踏んでもらい、その中の値を取ることで本研究の提案する手法が有用であることを検証する。

1. 作成したシステムを使い、1 曲プレイする
2. 被験者を以下の 2 つのグループに分け 10 分間練習する
 - お手本モデルを見て練習する人
 - お手本モデルを見ずに練習する人
3. 再び同じ曲でプレイし、叩けたノーツの数の変化の値を取る

本研究では実際のゲームにある楽曲 Love ∞ Distiny の REGULAR の譜面をベースに後半は運指をいかに把握出来るかで出来が大きく変わってくるオリジナルの配置に変えたもので実験した。なお、REGULAR とは実際のゲームの 4 段階の難易度の 1 つであり、易しいほうから順番に DEBUT、REGULAR、PRO、MASTER となっている。生成するにあたり、実際のゲームにおける楽曲の長さを考慮し、1 番の A メロと B メロ、2 番のサビ、間奏、最後のサビからアウトロ

までを使用した。また、実験の際にあらかじめ被験者がどんなリズムゲームをプレイし、どれくらいの頻度でリズムゲームをプレイしているかを調査した。加えて、お手本モデルを見て練習する被験者には、お手本モデルがどれだけ参考になったかをとても参考になった・参考になった・あまり参考にならなかった・全く参考にならなかったの4段階評価のうち自己評価で答えてもらった。更に、自由回答欄を設け、本手法に関する感想や意見を任意で述べてもらった。

4.2 結果

4.2.1 上達度

表 4.1 は被験者ごとの所属グループ、リズムゲームのプレイ頻度、練習前と練習後の叩けたノーツの数とその差、参考度を示す。なお、グループの表記はお手本モデルを見て練習した人をグループ A、お手本モデルを見ずに練習した人をグループ B と表記している。また、お手本モデルの参考度はそれぞれ 1~4 の数値に置き換えており、1（全く参考にならなかった）~4（とても参考になった）となっている。

表 4.1 実験結果

ID	グループ	プレイ頻度	練習前	練習後	差分	参考度
1	A	よくやる	313	319	6	3
2	A	まったくやらない	282	312	30	3
3	A	あまりやらない	307	314	7	3
4	A	すこしやる	266	309	43	3
5	A	あまりやらない	257	307	50	2
6	B	すこしやる	310	314	4	×
7	B	すこしやる	302	317	15	×
8	B	すこしやる	292	313	21	×
9	B	まったくやらない	298	315	19	×

「お手本モデルを利用していない B グループよりもお手本モデルを利用した A グループの方が上達しやすい」という仮説を立て、有意水準を 5% に設定し、A グループの被験者の練習前と練

習後の差、Bグループの被験者の練習前と練習後の差を対象にt検定を行った。その結果、p値は0.130025で0.05を上回ったため、有意差は認められなかった。

4.2.2 自由回答

本項目は本研究で開発したシステムを使った練習法に関して、自由記述による感想の一部を抜粋する。

- 手がどこかに行ってしまった
- 手のモデルがだんだん実際の手とずれて行ってプレイしづらかった
- 手のモデルとの時間差が気になった

特に多かったのは上記のような LeapMotion に対応した手のモデルに対する意見である。プレイ中に手のモデルが消えたり、実際の手動きとのずれが生じたりすることで快適にプレイ出来ないとの意見が多数見られた。

- 判定が緩い
- お手本モデルの動きを意識するのが難しかった
- お手本モデルが次に来るノーツの位置の確認に使っている感じがした

LeapMotion と連動した手のモデル以外にも、ノーツが取れたかどうかの判定、お手本モデルの動きに関する意見が多かった。

4.3 分析と考察

お手本モデルを使用し練習しても、お手本モデルを使用しなかった場合に比べ上達具合に差はなかった。加えて、お手本モデルの参考度の平均も 2.8 と、被験者にとってとても参考になった

とは言い切れない結果となり、本手法の有効性を示すことは出来なかった。お手本モデルが有効とは言い切れない部分が顕著に表れた例がある。それはお手本モデルを使って練習している被験者の中には、譜面の中にある難しい部分に対し、お手本モデルが示す運指を無視してノートを取ろうとする人がいたことである。しかし、本研究で作成したシミュレーションには、そのような行為があっても手の動きが間違っているといった情報を返す機能などは実装していなかった。以上のことから、被験者にとってお手本モデルの必要性が薄く感じたのが原因であると推察することが出来る。

第 5 章

まとめ

本研究では、Leap Motion と Unity を用いて、譜面の情報から運指を再現したお手本モデルを作成し、それを使ったリズムゲームの上達を支援するシステムの構築を行った。結果として一部の運指を再現することに成功したが、評価実験の結果としては、お手本モデルの有無による上達度に差異がなく、本手法の有効性を十分に証明することは出来なかった。本研究には問題点が幾つかある。1つ目の問題点はデバイスである。検証実験の最中、プレイ中に Leap Motion の手が消えたりひっくり返ったりしてまともにプレイ出来ないという事態が発生することを確認した。その影響か、譜面を覚えることよりも Leap Motion の操作の上達の方を意識する人が何人か存在した。しかし、これは Leap Motion の認識範囲が影響しているため、改善が難しい。2つ目の問題は再現可能となった運指のパターンの乏しさである。その最たる原因はフリックノーツとスライドノーツが実装出来なかったことである。このため高難易度の譜面を作成するにあたり難易度表現に限界が生まれてしまい、複雑な運指を覚えるために作ったお手本モデルを活かしきれなかった。以上のことから、システム自体の改善が必要であると考えた。今後の展望としては、今回の研究では検証することが出来なかったフリック、スライドをシステムの中に実装し、更により複雑で特殊な運指にも対応できるようにして、その上でより難しい譜面で上達できるかを検証していき、改めて本手法の有効性を確かめていきたいと考えている。また、支え型の運指、画面

別離型、違うリズムゲームの UI など様々な条件下で検証していき、よりシステムの有効性を突き詰めたいと考えている。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、指導していただいた渡辺大地准教授、阿部雅樹実験助手、忙しい中実験に協力していただいた研究室の皆、そして支えていただいたすべての人に感謝いたします。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] バンダイナムコエンターテインメント. 太鼓の達人シリーズ公式サイトドンだけページ. <https://taiko.namco-ch.net/taiko/>. 参照 : 2018.12.19.
- [2] コナミアミューズメント. DanceDanceRevolution A - eAMUSEMENT. <https://pageage.573.jp/game/ddr/ddra/p/index.html>. 参照 : 2018.12.19.
- [3] ソニー・インタラクティブエンタテインメント. パラッパラッパー. <https://www.playstation.com/games/parappa-the-rapper-ps4/>. 参照 : 2018.12.20.
- [4] 任天堂. リズム天国. <https://www.nintendo.co.jp/n08/brij/>. 参照 : 2018.12.20.
- [5] ブシモ. ラブライブ! スクールアイドルフェスティバル! <https://lovelive-sif.bushimo.jp/>. 参照 : 2018.12.20.
- [6] ブシモ. バンドリ! ガールズバンドパーティ! <https://bang-dream.bushimo.jp/>. 参照 : 2018.12.10.
- [7] 大山佐和子. 音楽の基礎～「リズム感」についての一考察～ その2. 中国学園紀要, Vol. 15, pp. 1-4, 2016.
- [8] 澤井賢一, 黒木裕介, 松井知己, 合原一幸. フルートの運指のモデル化とその最適化に関する研究. 情報処理学会研究報告音楽情報科学, Vol. 133, pp. 13-18, 2006.
- [9] 米林雄一郎, 亀岡宏和, 嵯峨山茂樹. 隠れマルコフモデルに基づくピアノ運指の自動決定. 情

報処理学会研究報告音楽情報科学, Vol. 45, pp. 7–12, 2006.

- [10] 田沼一紀. 隠れマルコフモデルに基づくピアノ運指の自動推定における研究. 卒業論文, 東京理科大学工学部経営工学科, 2011.
- [11] 林田巧, 伊藤雅. 単旋律におけるギター押弦運指の最適化. 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌, Vol. 124, No. 7, pp. 1396–1403, 2004.
- [12] 井町充晶, 植野雅之, 上月景正, 対馬勝英. 音楽ゲームにおけるシミュレータの構築と習熟. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 103, No. 320, pp. 37–42, 2003.
- [13] 加藤瑞樹. 拡張現実を用いたオンラインゲームにおける戦略的協調作業の為の情報提示. 修士論文, 公立はこだて未来大学, 2009.
- [14] 多田憲孝. 拡張現実感技術を用いたボルダリング指導システムの開発. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 67, pp. 35–39, 2013.
- [15] 夢胡祐作. Kinect を用いたダーツにおける練習支援システムの開発. 卒業論文, 東京工科大学, 2011.
- [16] バンダイナムコエンターテインメント. アイドルマスターシンデレラガールズ スターライトステージ. <https://cinderella.idolmaster.jp/sl-stage>. 参照: 2018.12.19.
- [17] タイトー. GROOVE COASTER. <http://groovecoaster.com/>. 参照: 2018.12.24.
- [18] セガ・インタラクティブ. maimai FiNALE(マイマイ フィナーレ) | セガ音ゲー. <https://maimai.sega.jp/>. 参照: 2018.12.24.
- [19] 小原卓也, 藤波努. 視線追従装置を用いたリズムアクションゲームにおけるスキルの分析. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 24, pp. 1–4, 2010.
- [20] 用語集 (た行) -アイマス デレステ攻略まとめ wiki【アイドルマスターシンデレラガールズ スターライトステージ】. <https://imascg-slstage-wiki.gamerch.com/用語集%EF%BC%88%89#trill>. 参照: 2018.12.18.

[21] Leap Motion official site. Leap Motion SDK. <https://developer.leapmotion.com/>. 参
照: 2018.12.10.