

平成25年度 卒業論文

クラウドソーシングを用いたゲームのレベルデ
ザイン効率化

*Improvement of game level-design via
Crowdsourcing.*

北海道大学 工学部

情報エレクトロニクス系 情報工学コース

複雑系工学講座 表現系工学研究室

三木 康暉

平成25年2月14日

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	2
1.3	論文構成	2
第2章	関連研究	4
2.1	プレイログの収集に関する研究	4
2.2	レベルデザインの改善に関する研究	4
2.3	ゲームの自動生成に関する研究	4
2.4	既存研究との差異	5
第3章	提案手法	6
3.1	用語定義	6
3.2	仮説	6
3.2.1	Iプレイヤーログと難易度の関連性	6
3.3	提案するシステムとその特徴	6
3.4	システム的设计	6
第4章	実験方法	7
4.1	対象とするゲーム	7
4.1.1	基本ルール	7
4.1.2	ターンの流れ	7
4.1.3	ゲームの終了条件	7
4.1.4	マップ上のギミック	8
4.2	対象ゲームの採用目的	9
4.3	対象ゲームの解の探索	10
4.4	対象ゲームのレベル設計方法	10
4.5	対象ゲームに特化したシステム設計	10

第1章 はじめに

1.1 研究背景

今日、日々、商用、非商用問わず多数のゲーム作品が世に生み出され続けている。開発環境のオープン化と一般化が進み、個人でも簡単にゲーム作品を世に輩出することが可能になったことが一因としてあげられる。

同時に、世に出回るゲーム作品が増えたことで、商品として要求されるゲームの質、物量が一昔前と比べると、格段に肥大化し続けている。重厚長大化するゲーム作品が求められることで、ゲーム開発はますます複雑化し、多数の人手、多額の資金、長期の開発期間、熟練された開発ノウハウが求められるようになってきた。

その一方で、ゲーム作品の単価は急速に低下しており、一作品数千円というパッケージ販売の時代から、一作品数百円や無料でプレイが可能なダウンロード主体の市場に変化しつつある。そのため、ゲーム開発者は、如何に少ない労力で、高品質なゲームを生産する必要性に迫られている。

複雑化するゲーム開発の中でも、特にゲームのバランス調整や不具合検出と言ったゲームバランスの調整作業は多大な労力を要する。ゲーム中に利用されているパラメータ群の数が肥大化し、最適な組み合わせを発見する作業が困難を極めるからだ。ゲーム開発の現場において、ある特定のゲームルールにおいて、ゲームパラメータの調整を行い、プレイヤーにとって適切な難易度を提供したり、ゲームルールの解説を行えるように設計する作業はレベルデザインと呼ばれている。その中には、面クリア型のゲームにおけるステージ作成なども含まれる。レベルデザインを高品質化することは、ゲーム作品自体のおもしろさ、ひいては売り上げにまで直結する。質の高いレベルデザインを行うことはゲームを開発する意義そのものと直結すると言っても過言ではない。しかし、レベルデザインを効果的に行う手法は未だ確立しておらず、調整作業は多数のテストプレイヤーを動員し、考え得るテストパターンを網羅的に行っているのが現状だ。

仮にこのような手法が発見されれば、ゲーム開発の生産性の向上に大きく寄与するであろう。

また、ここ数年、一般的に遊ばれるゲームの質の変容も著しい。従来は、商用ゲーム業界においてはパッケージ型の販売が主流であった。そのため、一度販売し、リリース後にプレイヤーのフィードバックをゲーム自体に反映する作業は必要性に乏しく、

次回作に生かされる程度であった。それに対し、近年は世界的に、MMO¹と呼ばれる大規模オンラインゲームや、スマートフォン環境下でプレイ可能なソーシャルゲームへの市場の移行が進んでいる。これらの形態のゲーム作品は、従来のパッケージ型の売切りのゲーム作品と異なり、リリース後もユーザーのプレイ状況やフィードバックを受け、継続的にサービスを改善、強化させ続けていくことが求められている。そのため、ゲームパラメータの調整を、実際のプレイヤーログを集計して行う手法やシステムの重要度がより一層増している。

これらの理由から、プレイヤーログを用いた効率的なゲームの不具合の検出、レベルデザインの改善手法の提案はゲーム開発者にとって、非常に有用な物と推測できる。

1.2 研究目的

本研究では、重厚長大化が進み、ゲーム開発者による手作業での調整が困難になりつつあるゲームパラメータの調整について、プレイヤーのログを集計し、不具合検出、修正を効率的に行える手法を提案する。この検出手法は、ゲームの難易度をプレイの進捗に応じて、適切な成長曲線を描くように設定することがゲームバランスの改善に繋がる、という仮定に基づいている。同時に、従来、多数のテストプレイヤーを動員する必要があったプレイログの収集をクラウド化し、収集、解析、可視化を Web 経由で簡便に行えるシステムの構築について模索する。

1.3 論文構成

本論文の残りの構成は下記の通りである。

第2章 ゲームバランスの調整、ゲーム開発手法の提案、ゲームプレイヤーログの解析などと言った関連研究について触れ、これらの既存研究と本研究の差異、意義について考察する。

第3章 研究目的を達成するために、今回提案する手法と仮説を提示する。また、プレイヤーログ収集システムの設計について解説する。

第4章 実際にシステムを用いたプレイヤーログ収集について、実際に実験に利用するゲームのルール解説を交え、実験方法について述べる。

¹Massively Multiplayer Online-Game

第5章 実際にシステムを運用したプレイログの収集結果を、システム運用前に予想した難易度と比較し、結果を解釈する。

第6章 本研究の結論を述べ、今後の課題を提示する。

第2章 関連研究

2.1 プレイログの収集に関する研究

プレイヤーのプレイログの収集から、プレイヤーのゲームプレイを定性的に捉えようとした研究は多数存在する。プレイヤーのプレイを集計し、ユーザビリティの向上を目指した研究 [1][2]、任天堂の「スーパーマリオブラザーズ」を元に作られた、オープンソースソフトウェア「Infinite Mario Bros」[3] を用い、プレイヤーのプレイログをモデル化する手法を提唱した研究 [4][5] など、多数の先行研究が存在する。

2.2 レベルデザインの改善に関する研究

レベルデザインの改善をテーマにした研究としては「The 2010 Mario AI Championship Level Generation Track」[6] が挙げられる。これは先ほど挙げた「Infinite Mario Bros」を用いたコンテストである Mario AI Championship[7] の中で、とりわけ、レベルの自動生成を目的とした部門、Level Generation Track を題材とし、レベルデザインの自動化手法について多数紹介している。また、複雑化したゲームパラメータの調整を最適化することを目標として掲げた研究として、「遺伝アルゴリズムの視覚化を用いたゲームのレベルデザイン効率化技法の開発」[8] が本研究と酷似している。この研究では、複数のゲームパラメータの調整を最適化問題としてとらえ、遺伝的アルゴリズムを用いた手法の発見を模索した。

2.3 ゲームの自動生成に関する研究

レベルデザインのみならず、ゲームシステムそのものの自動生成を試みた研究も存在する。

特定の単語について、辞書データを元に適切なゲームを選び出し、当てはめる研究 [9] や、ゲームルール自体を一から自動生成する研究 [10] などが挙げられる。

2.4 既存研究との差異

これらの既存研究と比較し、本研究においては以下の特徴が挙げられる。

- プレイヤーへのゲームの配信、プレイ、評価、ログの集計など、一連の操作をクラウド上で行えるシステムを提案したこと
- このシステムを大規模に運用し、大量のプレイヤーログの収集を行ったこと
- 特定のゲーム作品だけではなく、様々なゲーム作品に汎化して適応可能なシステムを模索したこと

第3章 提案手法

3.1 用語定義

3.2 仮説

3.2.1 Iプレイヤーログと難易度の関連性

3.3 提案するシステムとその特徴

3.4 システムの設計

第4章 実験方法

4.1 対象とするゲーム

4.1.1 基本ルール

今回、対象としたゲームは、ターン型完全情報のパズルゲームである。このゲームは、10x10の盤面を操作し、キャラクターがゴール状態に辿り着くまでに繰り返す。プレイヤーは一人でプレイする

4.1.2 ターンの流れ

まず、プレイヤーは盤面の中から隣接する2x2の任意の4マスについて選択する。選択したマスについて、プレイヤーは選択したマスを右方向、ないしは左方向に回転させる。ただし、何も無い空白のマスを含む4マスは回転させることができない。マップを回転させると、上に乗っているオブジェクトやキャラクターも同様のルールによって回転する。次に、プレイヤーキャラクターは、現在向いている方向に自動的に移動する。移動はスキップすることができない。この一連の2つのステップを1ターンと定義する。プレイヤーはターンを終了状態に到達するまで繰り返し、これを1ゲームとする。

4.1.3 ゲームの終了条件

ターンを繰り返し、いずれかの状態になったとき、1ゲームが終了する。

クリア条件

以下の状態になったとき、そのゲームはクリア状態となる

- プレイヤーキャラクターがゴールマスに到達したとき

ゲームオーバー条件

以下の状態になったとき、そのゲームは失敗となり、ゲームオーバーになる

- プレイヤーキャラクターがマップ外にはみ出したとき
- 死亡判定のあるギミックに触れたとき（穴や針など）

4.1.4 マップ上のギミック

マップ上のギミックとして、下記の物が実装されている。

岩

キャラクターは進入することができず、進行方向逆向きに方向を転換し、1マス進む。進むべき方向に別の岩がある場合、方向のみを切り替える。

穴

プレイヤーキャラクターが進入するとゲームオーバーとなる。プレイヤー以外のキャラクターが進入すると消滅する。

針

キャラクターが4方向のうち、針の向いている方向から進入すると、穴と同様でゲームオーバーになる。針のないその他の3方向から進入したとき、岩と同様の扱いとなる。

滑る床

プレイヤーキャラクターが進入すると、自動的に向いている方向にもう1マス進む。進んだ後に進入した床がさら滑る床だった場合、再帰的に進み続ける。

ジャンプ台

進入すると、向いている方向を1マス飛び越える。飛び越えたマスの効果は受けない。

崩れる床

1 度目の進入は通常の床として扱う。崩れる床から他のマスに移動したとき、崩れる床は穴に変化する。以降は穴として扱う。

方向パネル

進入すると、現在の矢印の方向にキャラクターの向きを変える。

4.2 対象ゲームの採用目的

このゲームを実験対象のゲームとして採用したのは、以下の理由が挙げられる。

操作が容易でプレイヤー間の実力差が出にくい

ルールさえ習得できれば、複雑な操作が必要なく、マウスのみで遊べるため、非常にプレイしやすい。特殊な操作も必要のないため、先行研究で利用されていた『Infinite Mario』などに比べ、誰もが上達しやすい。

確定完全情報ゲームであるため

ランダム性が一切ないため。ランダム要素を含むゲームだと、収集したログの解析が難しい物になってしまう。また、ある手を取ったとき、次の状態が確定するため、計算機上でのシミュレーションも容易であるため、ログを収集したデータの定量的評価が行いやすい。

リプレイ性が高いため

様々な手を試し、試行錯誤をはかるゲームであるため、リプレイ性が高いと予想できる。そのため、プレイ回数に応じたプレイヤー力量の変化を観測しやすい。

問題空間が小さく、解の探索が容易

プレイヤーの取れる行動が非常に少ないため、計算機上での全探索による解の探索、ソルバーの実装が容易である。

レベル作成が非常に困難を極めるため

レベルデータの作成は人の手によって行われているが、良質なレベルの作成が非常に困難である。そのため、収集したプレイヤーログをレベル作成に生かすことができれば、非常に有用な物となるため。レベル作成の困難性は後の項で詳しく解説する。

4.3 対象ゲームの解の探索

プレイヤーが取れる入力の数 X は以下の数式で表される

$$X = (2((W - 1) \cdot (H - 1)))^T$$

ただし、 W マップの横幅 H マップの高さ、 T は総ターン数

しかし、実際は何も無いマスを含む回転は行えないため、回転力所は非常に限定される。

4.4 対象ゲームのレベル設計方法

4.5 対象ゲームに特化したシステム設計

参考文献

- [1] University of Copenhagen, Anders Drachen, Alessandro Canossa, Towards Gameplay Analysis via Gameplay Metrics
- [2] Desurvire, Heather Wiberg, Charlotte, Game Usability Heuristics (PLAY) for Evaluating and Designing Better Games : The Next Iteration
- [3] Infinite Mario Bros <http://www.mojang.com/notch/mario/>
- [4] University of Copenhagen, Chris Pedersen, Julian Togelius, Georgios Yannakakis, Modeling player experience in Super Mario Bros.
- [5] University of Copenhagen, Chris Pedersen, Julian Togelius, Georgios Yannakakis, Optimization of Platform Game Level for Player Experience
- [6] Shaker, Noor Togelius, Julian Yannakakis, Georgios N. Weber, Ben Shimizu, Tomoyuki Hashiyama, Tomonori Sorenson, Nathan Pasquier, Philippe Mawhorter, Peter Takahashi, Glen Smith, Gillian Baumgarten, Robin The 2010 Mario AI Championship: Level Generation Track
- [7] Mario AI Championship <http://www.marioai.org/>
- [8] はこだて未来大学 五木宏 松原仁 遺伝アルゴリズムの視覚化を用いたゲームのレベルデザイン効率化技法の開発
- [9] Togelius, Julian Schmidhuber, Jurgen An experiment in automatic game design
- [10] Georgia Institute of Technology Nelson, Mark J Mateas, Michael Towards Automated Game Design