

ボードゲームを拡張した デジタルおはじき「HAGIC」の制作

藤重裕二^{†1 a)} 松河剛司^{†1 b)}

概要：ボードゲームは世界中で古くから親しまれ情報化が進みデジタルゲームが大流行している現在もお市場規模を拡大している。また、教育やコミュニケーション能力の向上にも役立てられているとする研究報告も存在する。メリットを数多く持つボードゲームだが、基本的にコンピュータを用いずに手動でゲームを進行出来るようにデザインされている為、デジタルゲームに比べ表現の幅に制限があるという側面を持つ。この課題を解決するためにボードゲームを拡張しコンピュータによる処理を加えることでより多彩な表現を可能にし、エンターテインメントを向上させることを目的として研究を行った。そして作例としてデジタルおはじき「HAGIC」を制作した。

1. はじめに

ボードゲームは世界中で古くから親しまれ、情報化が進みデジタルゲームが大流行している現在もお市場規模を拡大している[1]。また、ゲーム性や人と対面してゲームを行うという特徴から教育やコミュニケーション能力の向上にも役立てられていると考えられており、楽しみながら思考力のトレーニングが出来るだけでなく現代社会におけるコミュニケーションや社会的インタラクションのトレーニングに大きな役割を果たすという研究報告も存在する[2][3]。

メリットを数多く持つボードゲームだが、基本的にコンピュータを用いずに手動でゲームを進行出来るようにデザインされている為、デジタルゲームに比べ表現の幅に制限があるという側面を持つ。

この課題を解決するためにボードゲームを拡張しコンピュータによる処理を加えることでより多彩な表現を可能にし、エンターテインメントを向上させることを目的として研究を行った。そして作例としてデジタルおはじき「HAGIC」を制作した。

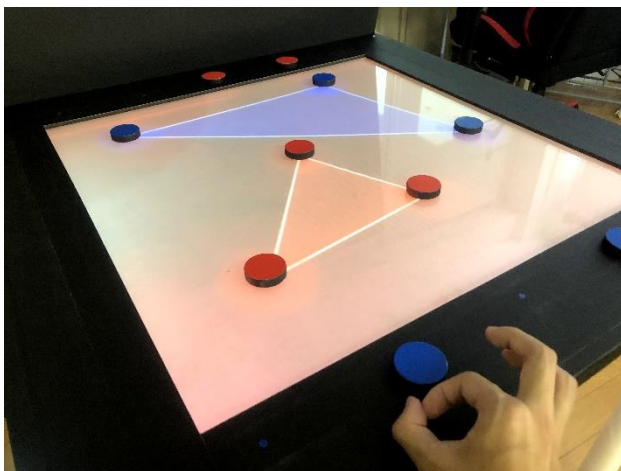


図1 HAGIC をプレイしている様子

2. ボードゲームとデジタル化

近年、アナログゲームを専門的に取り扱う専門店やカフェが急速に増えているほか、半年に一度行われる最大のアナログゲーム即売会「ゲームマーケット」では来場者数、出店数ともに右肩上がりであり、開催当初の2000年に比べ来場者は約62倍、出店数は約28倍になっている[1]。情報化が進みデジタルゲームが広く普及している近年でも市場規模を広げていることから、アナログゲームはデジタルゲームにはない特有の魅力を秘めている事が伺える。

既に数多くのボードゲームがデジタル化されているが、卓上で遊ぶボードゲームとオンライン上で遊ぶボードゲームで得られる体験は別の物であるという研究報告がある[4]。ボードゲームならではの体験を保持する為、単にデジタルに移植した物とならないように注意する必要がある。そこで、拡張する際に損なってはならないボードゲームならではの面白さについて考察する。

2.1 対面コミュニケーション

ボードゲームは基本的にネットワークを用いない、いわゆるオフライン環境下で遊ぶことを前提としており、プレイヤー全員が同じ場所で対面する必要がある。ゲームの進行やルールの判定などもすべてプレイヤー同士で行う。カードを配り、ダイスを振り、結果に一喜一憂することで遊んでいるうちに自然と会話が生まれる。こうしてプレイヤー同士で実際に対面しコミュニケーションを取り合うことがボードゲームの持つ面白さの一つである。

2.2 5感で楽しむ物理的コンポーネント

デジタル化できないボードゲームも存在する。例えば、「ストライク」というボードゲームはダイスをぶつけて目を揃えるゲームであり、ダイスを手で投げ入れるといった物理的なインタラクションはコンピュータで代替できない。他にも「枯山水」はより美しい枯山水を作ることを目的とするゲームで、実物を忠実に再現したリアルな石のフィギュ

アが用いられている。例えばルールを忠実に再現したデジタルゲームを制作したとしても、指先で感じる楽しさのような部分までは再現できないだろう。

こういった物理的なコンポーネントをゲームに組み込むことで出来るのもアナログゲームの魅力の一つだと考える。

2.3 デジタルゲームの魅力

効果的に拡張を行うためデジタルゲームの魅力についても触れる。デジタルゲームの魅力の大部分は最先端技術を駆使した表現の広さにある。美しいグラフィックは今なお進化し続け、どんなに複雑な計算でもコンピュータが自動で処理してくれる。オンライン上で対戦することも可能で、コンピュータが搭載されて入ればパソコン以外にもスマートフォンなど様々なデバイスで遊ぶことも出来る。

この表現の広さをボードゲームに生かすことが出来れば、今まで以上にエンターテインメント性を持たせたボードゲームを制作できると考える。

2.4 ボードゲームのデジタル技術による拡張

岩田らは日本の伝統的なボードゲームである囲碁を拡張し、コンピュータで処理した映像をプロジェクタで盤面に投影することで初心者に向けたトレーニングモードなどを実装している[5]。このシステムは、既存のゲームを補佐するに留まっており、コンピュータ演算をゲームに組み込むことでゲーム自体の表現の幅を拡張するということを行っている。

CODE HORIZEN[6]は AI を搭載した実物のロボットをスマートフォンで操作し対戦するボードゲームである。このゲームはプレイヤーの操作がスマートフォン画面のみで完結している為、ボードゲームの魅力の一つである物理的なインタラクションを生かし切れていない。

プロジェクタで投影した仮想のおはじきを使ったゲームの研究もあるが[7]、こちらも同様に仮想のおはじきを用いている為弾いた感覚を五感で得ることが出来ない。

上記に挙げた例を踏まえ、ボードゲームのデジタル技術による拡張を考える際に重要なことは、ボードゲームの魅力を取り入れつつデジタル技術を駆使して表現の幅を広げることだと考える。また、コンピュータ単体で完結できてしまうゲームはボードゲーム特有の魅力を活かしているとは言えず、また、ボードゲームの要素のみで完結できてしまうゲームもデジタル技術で表現の幅を拡張できているとは言えない。

そこで、そのようなボードゲームを考える際に必要な条件を以下のように定義した。

- ・ コンピュータ単体で完結出来ないようなゲーム性にする
- ・ コンピュータ演算を効果的にルールに組み込む
- ・ プレイヤー同士が対面して遊ぶことが出来る
- ・ 物理的に面白いアクションまたはコンポーネントを取り入れる

3. デジタルおはじき「HAGIC」

2.4 章で述べた条件を元にルールの選定をした結果、伝統的なボードゲームであるおはじきをテーマに制作を行った。また、はじくという動作と logic を掛け合わせ「HAGIC」という名前を付けた。

3.1 ルール・戦術

HAGIC は 2 人で遊ぶ対戦型のゲームで、手持ちの駒を交互に盤面にはじき入れていき相手より大きい三角形を作ることが目的とする。駒が形成する三角形は自動で最大のものが選択され、描画される。

詳細なルールは以下のとおりである。

- ・ お互いに 5 つの駒を持った状態でゲームを開始する
- ・ 交互にひとつずつ手持ちの駒を盤面にはじき入れる
- ・ 3 つ以上駒が盤面にある場合、駒同士を結んで出来る三角形のうち、最大のものが表示される。
- ・ それぞれのプレイヤーの手前にペナルティエリアが設置されており、その中にある駒は三角形を形成できない。[図 2]
- ・ 全ての駒を弾き終わった後、より大きい三角形を形成したプレイヤーの勝利となる。

手前にペナルティエリアと呼ぶ三角形を形成できないエリアを設置することで、手前に少しだけ弾いて大きい三角形を作るといった消極的な立ち回りを出来なくし、さらに相手の駒をペナルティエリアまで弾き飛ばすことで妨害するという、本来のおはじきが持つ駒をぶつけあうという楽しさを失わないようにしている。

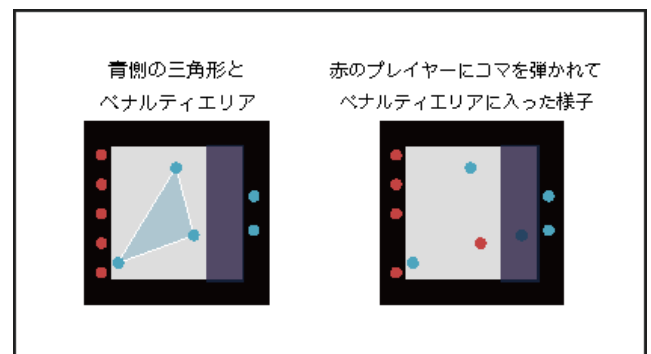


図2 ペナルティエリアの説明

4. 実装

ゲームの制作には、C++のフレームワークである open Frameworks を利用した。

はじめに、カメラで取得した映像を画像処理し駒の色と座標を取得する。取得した情報を元にゲームの進行を行い、場面に応じてエフェクトやアニメーションを盤面の下からリアプロジェクションで投影する。

4.1 使用機器

HAGIC で主に使用する機器は以下のとおりである。

- ・ おはじき(木製,直径 4cm,高さ 1cm,赤 5 個,青 5 個).
- ・ 半透明アクリルスクリーン台
- ・ web カメラ
- ・ プロジェクタ
- ・ PC (Mac Book Pro)

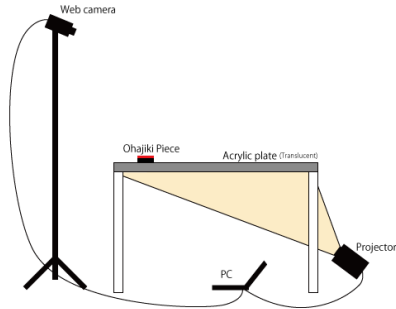


図3 システム構成図

4.2 デバイスの制作

筐体には 80cm 四方の机を用いた。天板をアクリル板に置き換え,リアプロジェクション出来るようにトレーシングペーパーを張り付けている。また,プロジェクタの光が漏れないように周囲を黒色のウレタンボードで覆い,はじいた際に駒が飛んで行ってしまわないよう,盤面上部に駒の半分程度の高さの壁を作っている。

カメラは一般的なフル HD 解像度の物を使用した。三脚の上部に取り付け,盤面全体が映るようにする。また,設置する際には出来るだけ照明の反射が映らないように意識すると誤認識を減らすことが出来る。

プロジェクタは投影位置を調整する為,高さ 15cm の台に乗せている。また,通常想定されていない上方向に投影する為,L 字の台に固定して動かないようにしている。

おはじきの駒ははじきやすさと駒同士がぶつかったときの軽快な音に注目して円形の木材を採用した。直径 3cm と 4cm の 2 種類の大きさのものでそれぞれテストプレイを行った結果,狙いの定めやすさと認識のしやすさを考慮して 4cm の方を採用した。図4に示すように駒にはカラーズプレーで黒地を塗った後,赤と青に塗装を行い認識の邪魔となる光の映り込みがなくなるよう艶消しスプレーを重ねている。

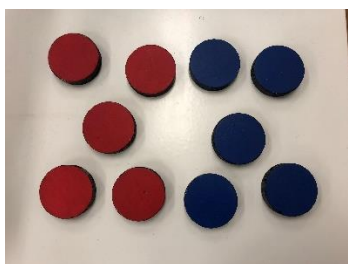


図4 ゲームに使用するおはじき

4.3 ゲームの進行フロー

所定の位置にすべての駒が置かれるとゲームが開始する。先攻後攻がランダムで決まり,ターン中のプレイヤーが駒の一つをはじくと自動でターンが切り替わる。ゲームが進み盤面の内側に3つ以上同じプレイヤーの駒が認識されると,そのプレイヤーの使っている駒に応じた色の三角形が表示される。全ての駒がはじき終わるとそれぞれの三角形の面積(単位は 1/100px)をリザルトとして表示する。フローチャートを図5に示す。

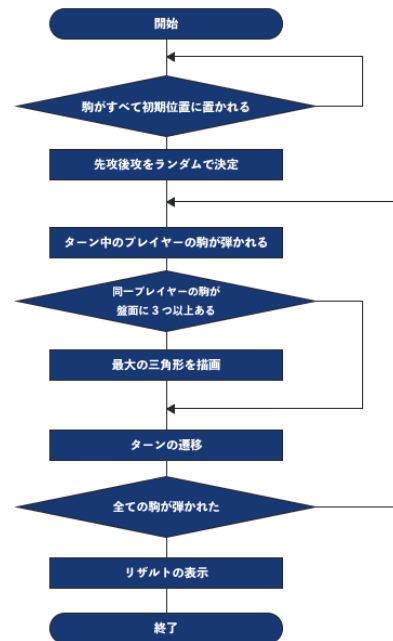


図5 フローチャート

4.4 プロジェクションの手法

最初に制作を行ったプロトタイプでは,2 章で述べた岩田ら[4]のようにプロジェクタ・カメラシステム[8]を用いて上からのプロジェクションを行っていた。しかしこの手法では,三脚などを用いてカメラと一緒にプロジェクタを空中に固定する必要があるが,カメラとプロジェクタが連動して動いてしまうため一度決めたキャリブレーションがずれてしまうと再調整が困難であった。特に HAGIC のようなアクションを求められるボードゲームの場合,三脚にぶつかってしまうことがしばしばある為,キャリブレーションのしやすさという点は重要である。また,上から映像を投影すると盤面上の駒に光が映り込み,認識がうまくいかないことが稀に合った。

そこで,プロジェクタを筐体の下に設置しリアプロジェクションを行った[図6]。プロジェクタを独立させ,ほとんど触れられない場所に移動させることで,カメラ映像の調整のみでキャリブレーションを出来るように改善している。

さらにリアプロジェクションはプレイ中に影が盤面に落ちず、映像も半透明のディスプレイに投影されるため、ビジュアルも洗練されるという利点もある。

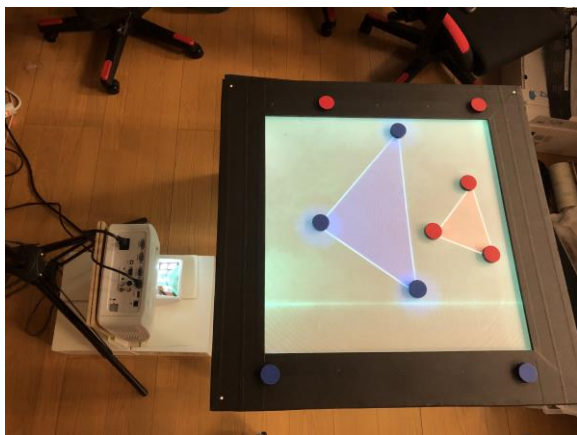


図 6 リアプロジェクションしている様子

4.4.1 セットアップとキャリブレーション

カメラからの映像とプログラム上の座標を合わせて盤面に投影する為に、キャリブレーションを行う必要がある。

まず、盤面の大きさに合わせた正方形の映像を出力し、プロジェクタの台形補正機能で盤面と重なるように位置を調整する。その後、図 7 に示すようにカメラからの映像を盤面の四隅に合わせてトリミングする。最後に図 8 のようにトリミングした映像を射影変換で正方形に成形して盤面に投影する。プロジェクタの位置さえ決まっていれば、ぶつかるなどしてカメラの位置がずれたとしてもトリミングをし直すだけで再びキャリブレーションを行うことが出来る。

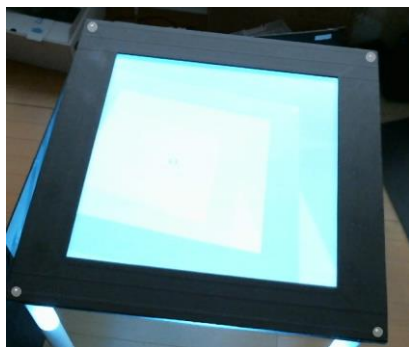


図 7 カメラ映像の四隅を選択してトリミングする様子



図 8 トリミングした画像を射影変換で成形したもの

4.5 コマの認識

三脚で上部に設置したカメラで取得した画像を赤色、青色それぞれ抽出し輪郭抽出を行う。抽出した輪郭の中から、一定以上の円形度を持ち、特定の範囲内の大きさに収まっているものを駒として認識する。

この手法の問題点として照明や日の光などの環境光に強く影響を受けおはじきが強く反射してしまいうまく取得できないことがある。これは光源とおはじき、カメラの位置が直線状にあり、光源とおはじきの垂直方向の角度(入射角)とおはじきとカメラの垂直方向の角度(反射角)等しくなると鏡面反射が起こる為である。おはじきに反射を抑える塗料を塗るなどの試みを行ったが、それでも認識がうまくいかないことがあった。他に、抽出に使う値を一意に決めてしまうと会場設備による光源の違いや時間帯の変化によってカメラが取得するおはじきの色が変わり、認識がうまくいかない。そこで、図 9 で示すように抽出する色情報や大きさなどを GUI で制御し細かく設定、可変できるようにすることでこの問題を解決した。

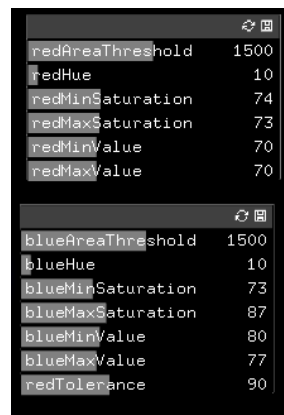


図 9 色の抽出に使う閾値を設定するパネル。

4.6 ゲーム進行の自動化

ゲームの進行は PC などで行わず、プレイヤーが駒を動かすというアクションのみで行うことができる。前述した駒の認識により初期位置に置かれているかどうかを判別し、お互いの駒がすべて初期位置に置かれると自動でゲームが開始される。ゲーム中は、ターン中のプレイヤーの駒の一つが初期位置から一定時間認識されなくなった時に、プレイヤーが駒を弾いたという判断をし、ターンの遷移を行う。これを繰り返し、駒が初期位置から全て弾かれたと判断した時にゲームの結果を表示する。

このようにプレイヤーがコンピュータに触れずにゲームをプレイできるようにすることで、ゲームへの没入感を高めている。

4.7 課題と解決案

キャリブレーションに関して、現在は盤面のトリミングを手動で行っているが、マーカーを用いて自動で追従することを検討している。これによりカメラの位置がずれた際にいちいちキャリブレーションをやり直す必要が無くなる。

また、手が被るなどして駒が認識できない場合意図しないタイミングでターンの遷移が行われてしまうことがある。これは駒の初期位置の認識を物理的なボタンに置き換えたり、カメラを盤面の下側に設置したりすることで解決出来ると考える。

5. 東京ゲームショー 2019 での展示

2019 年 9 月 12~15 日に渡って開催された東京ゲームショー 2019 での展示を行い、のべ 200 人以上の方に体験して貰い、数多くの人から意見をいただいた。

特に多かったのが、シンプルながら奥深いルールで面白いという意見であった。HAGIC のルールはアナログとデジタルをそれぞれ生かすことを根底において考案しているものであり、多くの体験者がそのルールを好意的に捉えているということは、デジタル技術を使ったルールの拡張が上手く機能したと言える。

また、後攻が若干有利に感じるという意見もあった。この問題は開発段階で認知はしていたが、ゲームショーでは初体験のプレイヤーしかいないことを考慮し、ルールの複雑化を防ぐためにあえてそのままにしていたものである。改善案として、先行のプレイヤーはリザルトのスコアにマージンを付けることを検討している。



図 9 東京ゲームショー 2019 で展示中の HAGIC

6. まとめと今後の展望

本研究では、デジタル技術を用いたボードゲームの拡張を行った。結果、デジタルおはじき「HAGIC」を制作し東京ゲームショー 2019 や瀬戸デジタルまつり 2019 での展示を行った。そして、ルールやエンターテインメント性について体験者から多くの好意的な意見を得ることが出来た。

今後は、よりゲームとしてのクオリティを上げる為、現状の問題点を解決し、UX の改善やゲームモードの追加、エフェクトの追加を行っていく。

参考文献

- [1]開催データ「ゲームマーケット」
<http://gamemarket.jp/report/>
- [2] 大谷直史.コミュニケーション教育としてのボードゲームの開発.鳥取大学教育研究論集 5, 67-74, 2015-02-28.
<http://repository.lib.tottori-u.ac.jp/Repository/metadata/4898>, (2015-5-03)
- [3]有田隆也.ドイツボードゲームの教育利用の試み:一考える喜びを知り生きる力に結びつける—.コンピュータ&エデュケーション 31(0),34-39,2011.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/konpyutariyoukyouiku/31/0/31_34/_article/-char/ja/, (2015-05-03) .
- [4]Fang, Yu-Min, Kuen-Meau Chen, and Yi-Jhen Huang. "Emotional reactions of different interface formats: Comparing digital and traditional board games." *Advances in Mechanical Engineering* 8.3 (2016): 1687814016641902.
- [5]TakahiroIwata, et al.: Traditional games meet ICT: a case study on go game augmentation, *In Proc. TEI '10*,pp. 237-240(2010).
- [6]CODE HORIZON ロボットを操作して遊ぶ戦略ボードゲーム
<http://codehorizon.io/jp/>
- [7]佐藤俊樹, 福地健太郎, and 小池英樹. "指を弾いて遊べる仮想おはじきゲームの実装と評価." *WISS'06 Proceedings* (2006).
- [8]見市伸裕, 和田俊和, & 松山隆司. (2002). プロジェクタ・カメラシステムのキャリブレーションに関する研究. 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), 2002(34 (2002-CVIM-133)), 1-8.