

投げ碁:スキルと思考を併せ持つVRゲームの研究

平田 吉久^{†1,a)} 寺田 実^{†1,b)}

概要：戦略性の強いスポーツとしてカーリングやボッチャ等があり，それらには技術と思考のバランスが求められる．本研究では，技術と思考のバランスが求められるゲームに着目してVR機器で体験できるシステムを実装した．具体的には，VR機器を用いた囲碁の新しいインタラクションとした投げ碁というゲームである．これは投げるという身体的なアプローチと，囲碁という考えるアプローチからなるものである．実装には，ゲームエンジンであるUnityと手をトラッキングするVR機器であるLeap Motionを用いた．

Nage-Go: Study of the VR-game with Skill and Thought

YOSHIHISA HIRATA^{†1,a)} MINORU TERADA^{†1,b)}

Abstract:

There are curling, botcha, etc. as sports with strong strategy, and they are required balance between skill and thought. In this research, we focused on games requiring a balance between technology and thinking, which are implemented with VR devices. Specifically, it is a game called Nage-Go (Throwing Go) which made a new interaction of Go (the abstract strategy game) using VR equipment. This game is constructed with a physical approach of throwing and a thinking approach of Go. For implementation, we used Unity, a game engine, and Leap Motion, a VR device that tracks hands.

1. はじめに

インタラクティブ性というのはインターフェースを議論する上で重要な要素の一つである．単に見える・動く・触るだけではなくユーザにフィードバックがあることでユーザにその状況をわかりやすく理解させることができる．

また新たなインタラクションを作ることにより，新しいユーザ体験を提案することができ，それらを応用した新たなツールやエンターテインメントが発表されることが期待できる．さらに2016年はVR元年とも言われ，新しいVR機器が登場したり一般ユーザが購入しやすくなっている．そういった中で既存のVR機器を用いて新しいインタラクションを提示できないか考えた．

一方，カーリングは「氷上のチェス」と呼ばれるほどスポーツの中でも戦略性を兼ね備えており，スキル・思考両方の面が重要となっているゲームである．

本研究の目的は，そのようなゲームをアブストラクトゲーム^{*1}である囲碁に対して「投げる」という身体的なスキル性を導入することで，ゲームとしてどのような意義が生まれるかということの研究することである．そのためにVR機器を用いて「投げ碁」と言うアプリケーションを実装する．

手を動かす身体性と囲碁の持つ戦略性をVR機器を用いて実装することで，以下のようなことについて考える．

第一に戦略性・身体性のあるスポーツとの比較についてである．前述のカーリングや障害者スポーツのボッチャ等が戦略性・身体性のあるスポーツと考えられるがそれらと比較できるか考える．

第二に不確定要素が含む場合の戦略についてである．一般にアブストラクトゲームは人間の意図した位置に駒等を動かすものであるが，投げるといった動きの関係上どうしても目的の場所に碁石が飛ばず，場合によってはプレイヤーにとって重大な損害となってしまう手になってしまう．そ

^{†1} 現在，電気通信大学
Presently with University of Electro-Communications

a) h1531085@edu.cc.uec.ac.jp

b) terada.minoru@uec.ac.jp

^{*1} 盤上やカードでプレイをし，偶然性が関与せず，全ての情報が公開されているゲーム．

ういった場合において戦略はどう変わっていくのか考える。

第三に現実世界との乖離についてである。現実世界で物を投げる時の挙動とゲーム上で物を投げる挙動というのは、大小の違いはあるにせよ、予想していた初速と違っていたりするなどの差がありその違いによってゲームが出るのかを検討する。また、ユーザとして現実世界とゲームとで慣れに差が出るのか、意図的に物理法則をゲーム上で変化した場合はどうかという点も考える。

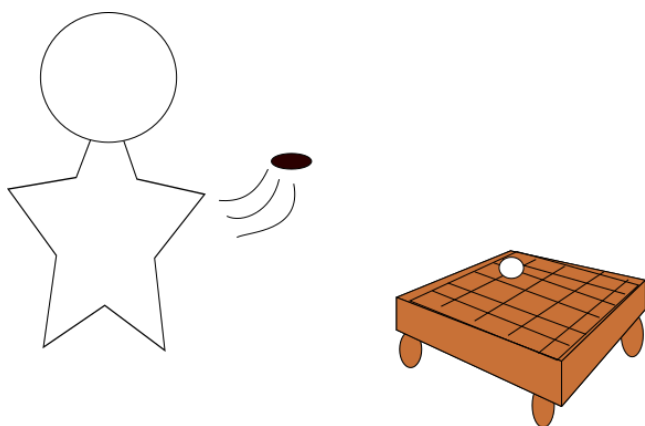


図 1 投げ碁のイメージ
Fig. 1 Image of Nage-Go.

2. 提案システム

3D 空間上に実装しようとしているボードゲームは囲碁である。理由として自由度が高いゲームことが挙げられる。

2.1 投げ碁

今回実装した「投げ碁」とは、バーチャル空間上の碁盤に向かい碁石を投げることで、碁石を打つ動作を行う囲碁である。

投げ碁における基本的なルールは、一般的な囲碁に準ずるルールとして実装する。

2.2 設計

本研究では一般的な競技囲碁で用いられる十九路盤ではなく、主に初心者の練習のために用いられる九路盤で実装している。理由として2つある。第一に、十九路盤での1ゲームはおよそ150手から300手程度かかるが、九路盤だと多くて50手から60手で済み、十九路盤に比べて1ゲームの手数がおよそ1/3から1/5程度となり時間がかからない。第二に、投げるというインタラクションの関係上、正確に投げるのが比較的困難であることから19×19=361目の十九路盤より9×9=81目の九路盤の方がゲームするのに適している。以上の理由から九路盤で実装した。

投げるというインタラクションについて、目と目の間など中途半端な位置に着手してしまう場合があるが、処理合

上内部では一番近い目として丸めて扱うこととする。さらに、カーリング等のように以降に投げられた他の石に干渉されて碁盤の他の場所に移動することのないようになっている。その他に関しては基本的に囲碁のルールに準拠しており、囲まれると石が取られるようになっている。しかし通常の囲碁では禁止されている自殺手を禁止していない。理由として「投げる」というランダム要素が含まれているため、狙って自殺手に入れられないだろうという予測からである。もし自殺手になってしまった場合はその手をなかったことにし手番を飛ばすこととした。同様の理由で同一盤面が繰り返されること防ぐためのルールであるコウも実装していない。そのため同一盤面に陥っても問題ないようになっている。



図 2 Leap Motion
Fig. 2 Leap Motion.

3. 実装

実装には Unity Technologies 社のゲームエンジンである Unity [1] を用いている。また機器として Leap Motion 社の VR 機器である Leap Motion [2] を用いた。

3.1 Unity

Unity はゲームエンジンの一つで、特に 3D や物理演算等に強く、ゲーム開発のみならず研究目的で利用されることが多いゲームエンジンである。使用したバージョンは 5.3.5f1 である。

3.2 Leap Motion

Leap Motion は赤外線 LED と 2 個の赤外線カメラを用いたハンドトラッキング 3D 入力デバイスの一つで、高精度モードで 80fps、速度重視モードで 290fps ほど (USB3.0 接続時) のトラッキング速度を持つ。両手十指に反応することができ、最高精度で 10 μ m 程度の移動距離を取得する

ことができる。

3.3 詳細構成

アプリケーションを起動すると画面上に碁盤が、その手前に石置き場が表示される(図3)。Leap Motion をコンピュータに接続し、手を Leap Motion の反応する位置に持っていくと画面上に手が表示されるようになる。その状態でキーボードのキーを押すと石置き場の位置に現在の手番のプレーヤ用の碁石が出現する。

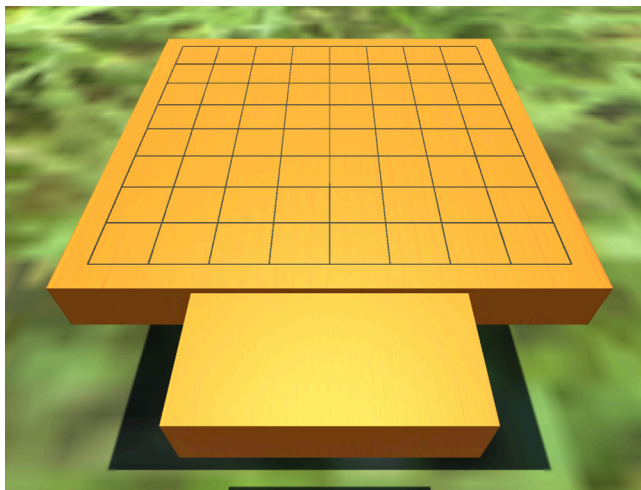


図3 ゲーム起動時のスクリーンショット

Fig. 3 Screenshot of starting game.

Leap Motion と Unity で、手が掴んでいる状態かもしくは開いた状態かを認識させており、掴んだ状態と認識されるとそのプレーヤは仮想空間上で碁石を吸着させることができ、擬似的に碁石を掴むことができる。それを投げるような動作をさせることで碁石を飛ばすことができるようになっていく(図4)。

碁石等のオブジェクトは Unity の物理エンジンに依存しており、反発係数等が設定されていたり、重力加速度が設定されている。特に投げられて碁盤上に乗った碁石は、スカラ値で一定速度未満となるとそれ以上動かないようにした。

また、難易度調整のための機能として囲碁盤の周囲に壁を出現できるようにした(図5)。これはプレーヤが盤外に碁石を飛ばしてしまわないようにするために設定できるようにしている。

4. 実験

承前の目的が達成されたかどうかを確認するため、実験を行ない、結果を元に以下の3点を評価した。

- 狙った目にきちんと投げられるか
- 慣れにより技術の向上が見込めるか
- ゲームとしてきちんと遊べてなおかつ楽しいか



図4 ゲーム上で碁石を擬似的に掴んでいる様子

Fig. 4 Stone-grabbing artificially in the game.



図5 壁と天井を表示した時のスクリーンショット

Fig. 5 Screenshot of wall and ceiling is displayed.

4.1 方法

被験者は成人男性2人(25歳)で、1人は右利きもう1人は左利きだった。Leap Motion の挙動に慣れてもらうため、事前に2分程度自由に投げて練習してもらい、通常の囲碁と同じようなルールで投げ碁をプレイしてもらった。

その後、アプリケーション上での縮尺に合わせて、現実世界で70cm離れた目標に向かってコインを8回投げてもらい実験した。

最後に2人に以下のような記述のアンケートをとった。

- このゲームは楽しかったか
- このゲームの戦略はどのようにしたか
- 直感的にプレイできたか、またその理由
- 物理シミュレーションはどうだったか、よくなればどの辺を調整したほうが良いか
- その他自由記述

4.2 結果

アンケートを取った結果以下のような意見・感想が出た。はじめに投げ碁が楽しかったかどうかについてだが、二

人ともゲームとして楽しかったと答えていた。

着手点などの戦略については、繊細な手が取れないのでリカバーしやすい手を狙ったといった意見があった。物理法則の差異に関する話では、碁石の重さは今のままでもいいと意見も重くてもいいという意見があり、ユーザによって差異があった。直感的にプレイできたかという質問には、手の角度（特にヨーイング）が線などで示されると良かったといった意見があった。

碁石を投げるという動作に対して、一気に碁石を複数個投げたかったといった意見もあった。

実際にコインを投げる実験では、二人とも回数を重ねるごとに狙った位置に近いところへ飛ばせるようになったが、本アプリケーションではそこまで上手くはいかなかった。

4.3 考察

以上の実験から考えられることが3個ある。

第一にゲームとして成立しているかどうかについてである。これについては十分成立していることがわかった。アンケートでも評価が良くこの点に関しては問題なかったと考える。

第二に戦略性についてである。リカバーがしやすい手ということで、いわゆる「妙手」というような攻める手を出しにくく、安全性を第一にできるような手が選ばれる傾向にあると考える。

第三に物理シミュレーションについてである。これは好みが分かれる結果となり以降の実装ではユーザの好みに合わせて数値をある程度設定できるように調整するべきだと考える。

5. 関連研究

VR機器を用いた研究としては以下のようなものがある。梁ら [3] は子供に人形劇をさせるためのツールとして、Leap Motion 及び Unity を用いて Serious Game^{*2} を実装している。

Prazina ら [4] は Leap Motion を利用して、世界遺産などの遺跡からの出土品等通常では手に持って見ることでできない物を3Dモデル化させて、それを仮想的にユーザが持っているようなインタラクションを提示することで、その物品を好きな角度から見られるようにするツールを開発している。

Santos ら [5] は Leap Motion や Kinect^{*3} などのVR機器を利用して10種類程度のエクササイズゲームを実装し、それを高齢者のリハビリテーションへ活用できないかという研究を行っている。

Bideau ら [6] はプロのスポーツ選手の動きをキャプチャして、プロ以外のユーザに対してそのスポーツにおける動

き方などについてわかりやすく体験できるアプリケーションを実装している。

北清ら [7] は物理シミュレーションを用いてカーリングのデジタルサーバを実装し、本研究とは逆に身体性を無くし戦略に特化して議論できるような場の提供を行なっている。

6. まとめと今後の課題

今回 Leap Motion と Unity を用いて投げ碁というVRゲームを実装した。課題として以下のものが考えられる。

- 自殺手とコウの扱い
- 他のVRデバイスで実装した場合、及び他のVRデバイスとの連携
- 他ボードゲームなどにこのインタラクションが通用しうるかの検証

第一に自殺手とコウの扱いについてである。囲碁における数少ないルールの一つである自殺手の禁止とコウであるが、今回の実装ではそれをあえて無視して実装した。それぞれを実装した場合と現状の通り実装していない場合について比較検証を行う必要がある。

第二に他デバイスとの連携である。今回は Leap Motion というハンドトラッキングデバイスを用いたが、例えば全体をトラッキングできる Kinect を用いて全身の大きい動きをトラッキングすることで、もっと遠くへ投げるようなVRゲームを考える。また、Oculus Rift や Gear VR、HTC Vive に代表されるヘッドマウントディスプレイ (HMD) を接続して実装した場合、ゲーム性やインタラクション性・戦略性というのが維持できるのかという問題がある。

第三に他ボードゲームにこのインタラクションが通用するかの問題である。囲碁は二人零和有限確定完全情報ゲームの一つであるが、同様のジャンルのゲームとしてオセロや五目並べがあり、それぞれでこのシステムを導入した際にうまく目的が果たせるのかどうか考える必要がある。更に、将棋・チェス・チェッカー等の初めから盤面にコマが固定されているようなゲームにおいて、どのようなものを実装すれば戦略性を維持しつつスキル性を考えることができるのかということも重要である。また、麻雀などの不完全情報ゲームではこのインタラクションは通用するか等について考える必要がある。

参考文献

- [1] Unity Technologies Japan. Unity - game engine, tools and multiplatform. <https://unity3d.com/jp/unity/index.html>, 2016-12-01.
- [2] Leap Motion. Leap motion — mac & pc motion controller for games, design, virtual reality & more. <https://www.leapmotion.com/>, 2016-12-01.
- [3] Hui Liang, Jian Chang, Ismail K Kazmi, Jian J Zhang, and Peifeng Jiao. Hand gesture-based interactive puppetry system to assist storytelling for children. *The Visual*

*2 教育用途のゲーム

*3 <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect/>

- Computer*, pp. 1–15, 2016.
- [4] I Prazina, K Balic, K Prses, S Rizvic, and V Okanovic. Interaction with virtual objects in a natural way. In *MIPRO 2016 - 39th International Convention*, pp. 376–379, 2016.
 - [5] António Santos, Vânia Guimarães, Nuno Matos, João Cevada, Carlos Ferreira, and Inês Sousa. Multi-sensor exercise-based interactive games for fall prevention and rehabilitation. In *Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, PervasiveHealth '15, pp. 65–71. ICST, 2015.
 - [6] Benoit Bideau, Richard Kulpa, Nicolas Vignais, Sébastien Brault, Franck Multon, and Cathy Craig. Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 30, No. 2, pp. 14–21, 2010.
 - [7] 北清勇磨, 岡田雷太, 伊藤毅志. デジタルカーリングサーバーの提案と紹介. 研究報告ゲーム情報学 (GI), Vol. 2014, No. 2, pp. 1–5, 2014.