

VRを用いたエンターテインメント性を付与したカーリングシステムの開発に関する研究

山崎貴之^{†1} 伊藤毅志^{†1}

カーリングは専用のアイスリンクと施設が必要なゲームであるが、国内に常にプレイできるカーリング場は限られた数しか存在しない。本研究では、当研究室で開発中のコンピュータ上でカーリングをプレイできる「デジタルカーリング」をVR環境下で体験できるシステムへ応用する手法を紹介する。本システムでは、VRを用いることで、競技者や観戦者の拡大を目的としており、音声や視覚効果などを付与する手法についても議論する。

1. はじめに

カーリングは、氷上のチェスと呼ばれるほど高度に戦略性の高いゲームでありながら、少し前まで、科学的な研究がほとんど行われてこなかった。北清らによって提唱された「デジタルカーリング」により、カーリングの不確定性をコンピュータ上で表現することによって、カーリングの戦略を議論する場が提供され、カーリングをプレイするAIの大会も開かれるようになってきている[1][2][3]。

一方で、カーリングはカーリングを行うための専用の施設が必要で、国内では北海道や長野などにおいて通年でプレイできる場所が数カ所あるだけで、その地域の人々は体験することも定期的に練習する場所もなく、普及の面では苦労している。

産業能率大学の行った平昌冬季五輪の競技に関する1万人規模のアンケート調査によれば、「関心度が上昇した競技」「自分でもやってみみたい競技」においてどちらもカーリングが1位という結果が得られている[4]。冬季五輪でカーリングが世間で大きな注目を集めたことが示唆される。しかし、同じアンケートで「ルールがよくわからないまま観戦した競技があったか」という問いに対しては、7割を超える回答で「はい」という結果も得られており、競技の深い理解という点では十分ではないことも示唆されている。

このように、カーリングに対する関心度が上昇し、やってみたいという欲求が芽生えたとしても、上述のようにカーリングに直接的に触れる機会は少なく、カーリングを楽しむことが困難であるために、カーリングの本質的な楽しさがわからないまま社会的関心が薄れていってしまうという現状がある。カーリングのルールや面白さについて実感を持って伝える手段が求められている。

そこで本研究では当研究室で開発しているカーリングをコンピュータ上でプレイできる「デジタルカーリング」にVR（バーチャルリアリティ）技術を融合させ、カーリ

ングを身近に体験できるゲームとして確立することを目指す。さらに、実環境以上にカーリングの「面白さ」を際立たせることのできるエフェクトを付与することにより、カーリングへの社会的関心を持続させ、競技者や観戦者の裾野を広げることに寄与したい。その目的達成のためにデジタルカーリングにエンターテインメント性を付与する手法について議論する。

2. 関連研究

エンタテインメントコンピューティング研究における価値基準の枠組の提案において、エンタテインメントコンピューティングは「心の動きに働きかけて人々の幸福に寄与する技術分野」と定義している[5]。またこの論文では「エンターテインメント＝楽しませるもの」という定義自体曖昧なものとしており、エンターテインメントの本質について、「心を動かすことによって楽しませるもの」としている。そこでエンターテインメント性を創出するための新システムを提案する本研究では研究の価値の評価と有用性の根拠について「心の動き」に焦点を当てることにする。すなわち心をどのように動かしたいのか、そのためにどのようなアプローチを採るのかを決定する。

コンピュータゲームの特性と楽しさの分析の中で、コンピュータゲームを楽しくしている内発的動機づけ例としてブロック崩しゲームを取り上げたものを紹介している[6]。このブロック崩しゲームにおいてボールの動きに合わせてマウスでボールを動かして、うまくボールを跳ね返す「感覚運動的技術の楽しさ」や、ボールがブロックに当たったとき、ブロックが崩れ去るのを見る「視覚的興奮・楽しさ」、自分や他人の記録を打ち破ることに挑戦する「チャレンジの楽しさ」によって面白さや楽しさが生まれているとしている。このような「感覚運動的技術の楽しさ」や「視覚的興奮・楽しさ」、「チャレンジの楽しさ」といったものはカーリングの面白さにも通じていると思われる。この楽しさはエフェクトを付与することによってさらに増幅することが可能だと考えた。

本研究が目標とするエンターテインメント性を付与し

^{†1} 電気通信大学情報理工学研究所

たシステムの例として Fencing Visualized[7]がある。この Fencing Visualized はフェンシングメダリスト太田雄貴選手が提案したプロジェクトである。実際のフェンシングの試合においてモーションキャプチャーと AR 技術を使って剣先の軌跡を可視化し、さまざまな技を、アイコンに変換しリアルタイムで表示することで観客にフェンシングの面白さとフェンシングの技の理解補助に貢献し、大きな話題となった。本研究ではこの Fencing Visualized のようにエフェクトを付与することでカーリングの試合状況のプレイヤー(観客)への理解補助と、カーリングというスポーツの「面白さ」を際立たせることを目的とする。ただしこのシステムはコンピュータ上でだれでも気軽にカーリングを楽しめるという点で Fencing Visualized のように観客に見せるためのシステムとは大きく異なっている。

本研究では以上のような点を実現するために、VR による没入型デバイスを採用することでカーリングをより臨場感をもって体感することができるシステムの実現を目指す。この提案システムでは実環境にできる限り近づけるために、カーリングのカールというストーンの曲がる現象についてもより現実に則した挙動を再現するために実測値に近づける手法についても議論していく。

3. 提案システム

3.1 システム概要と動作例

提案する新システムは既存のデジタルカーリングシステムに3つの機能を加えることを目標とする。一つは、エンターテインメント性を高めるという目標で、もう一つはゲームの理解を高めるという目標である。この2つは互いに関連していると考えており、両立できる機能であると考ええる。

新システムを実現するための作成プラットフォームとして Unity を採用した。これにより既存のシステムよりグラフィックがリッチとなり、エフェクトが追加しやすく、多様なものにすることが可能となる。また、AIを活用することにより、対戦状況(形勢やショットの良し悪しなど)を評価し、理解を高めるエフェクトの表示を行う。

カーリングゲームの理解を高めるために、ルールや試合進行に対応したゲームの状況表示をよりわかりやすく行い、AIを用いることで配置された石の意味やショットの難易度、候補手の予測などのシステムを付加していく。

3.2 エフェクト詳細

3.2.1 エンターテインメント系のエフェクト

ビデオゲームのようなサウンドエフェクトやビジュアルエフェクトを付与することで見た目を華やかにし、カーリングの面白さをさらに引き出すことを目的とする。エフェクトを出現させる際に AI によってどのようなエフェクトを選択するかを決定させるということを実装することを考えている。以下にその例を挙げる

- ・ストーンをぶつけたときのエフェクト
 - ストーンがプレイエリア外へはじき飛ばされた
 - 自分のストーンにぶつけた
 - 相手のストーンにぶつけた
 - ダブルテイクアウト時にさらなる演出を追加
- ・ストーンをショットしたときのエフェクト
 - 軌跡表示
 - スピード感の演出
 - 速度の可視化
 - ショットの評価
- ・AIを用いたエフェクト
 - 良いショットのときに更なるエフェクトを追加

AI を用いてエフェクトを変化させるシステムを実装するにあたり、AI に選択したショットの予想得点率などを算出させその数値の大きさをエフェクトの大きさを決定するというシステムを実装することを考えている。またある局面において難易度の高いショットを決めたかどうかを AI に判定させ、その難易度によりエフェクトを変化させることも考えている。

3.2.2 理解補助のためのエフェクト

プレイヤーおよび観客に試合の状況を分かりやすくするために、リンク上のストーンの強弱やショットの軌跡を視覚化するなどのような理解補助のためのエフェクトを実装することを考えている。

- 試合進行状況
- 得点, エンド数状況
- プレイヤー情報(ショット成功率など)
- プレイエリア状況
- No1 ストーンの表示
- ショットしたストーンの軌跡の表示
- ショットの種類の表示
- AI によるショット予想の表示
- AI によるストーンの強さの表示

AI を用いてエフェクトを変化させるシステムと同様にリンク上に存在するストーンのテイクアウトショットのしにくさなどを AI により数値化し、その数値によりエフェクトを付与することでストーンの強弱を分かり易く表現することを考えている。また AI により局面毎のショット難易度を視覚化することを考えている。これらエフェクトによりプレイヤーのみならず観戦者、特にカーリング未経験者にとって試合状況などが理解し易いようなシステムかつカーリングの面白さを際立たせるシステムとなることを目的とする。

図 3.2 にこの新デジタルカーリングシステムの概要図を示す。このシステムの工程は大まかに5つに分けた。構成として 1. 局面情報の取得 2. 局面情報を処理するシステム 3. システムによって得られた結果 4. Unity による物理演算 5. エフェクト処理のようになっている。AI

を活用するエフェクトシステムは工程 2 によって得られた盤面状況やストーンの強さなどを基準に処理することを予定している。



図 3. 1 Unity で作成中の新システムのビジュアル

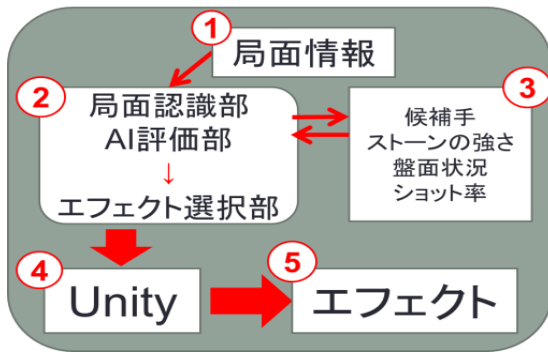


図 3. 2 新デジタルカーリング概要図

3.3 ストーンのカール表現

この VR カーリングシステムはカーリングの特徴でもあるリンクの上でストーンが曲がる現象(カール)をコンピュータ上で再現するにあたり、新しいカール表現システムを提案する。カーリングの名前の由来となっているカールという現象の原理が現在も未解明であるため、カーリングにおけるストーンの厳密な運動モデルが定義できていない。そこで本研究ではこのカールという現象について、実際に氷上を進むストーン的位置座標を精密に測定し、得られたデータの解析結果[8]を元に Unity 上でこのカールを表現するための関数を定義する。この関数により表現されたカールと実測によるカールとを比較、近似することで、より現実的なストーンの挙動をコンピュータ上で再現することを目標とする。図 3. 3 に実測値と近似式を用いて Unity 上で計測を行ったカール率との比較を示す。またこのとき用いた近似式を式 3. 1 に示す。なおこのときの Velocity は 1 で規格化している。その結果、図 3. 3 より実測値と近似式によるカール率がおおよそ一致することを確認した。

このカールシステムによってより現実に近い運動をするストーンによるカーリングを体験することが可能となると考えている。

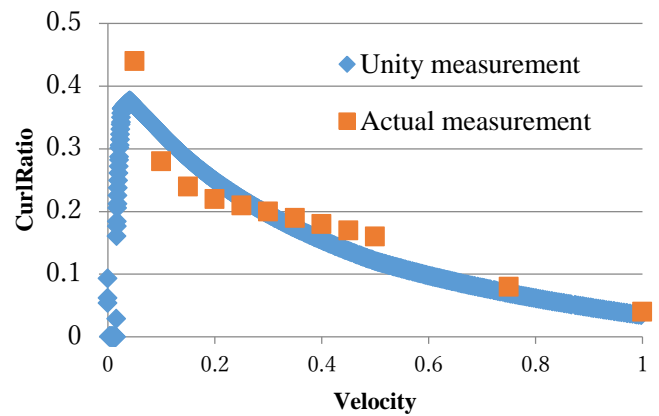


図 3. 3 実測値と近似式によるカール率との比較

$$y = x(-0.114 \cdot \text{Log}_{10}x + 0.37)$$

式 3. 1 カールを表現するための近似式

3.4 VR によるカーリング体験

3.4.1 VR 機器の仕様

没入型ヘッドマウントディスプレイである VR 機器を用いることでより臨場感のあるカーリング体験システムを提供することが可能である。使用した VR 機器は Oculus Rift S(図 3. 4)である。この装置の仕様は解像度 1280×1440×2、リフレッシュレート 80Hz、視野角 110 度、トラッキング 6DoF、5 つの内蔵式光学カメラを搭載となっている



図 3. 4 Oculus Rift S

3.4.2 VR によるカーリング体験

VR による没入型システムにより臨場感のあるカーリングを場所に依らず楽しむことができる VR カーリングシステムをきっかけにカーリングを身近なスポーツとして認知してもらうことが本研究の目的である。その中でカーリングを体験する際に重要であると考えているがポジション

である。

カーリングは4人で1チームとなって対戦するスポーツである。このチーム構成としてリード、セカンド、サード、スキップから成り立っている。リードとセカンドは主にスイープと呼ばれるリンクをブラシでこすすることで石のウェイト(石の速さ)を制御することを担当する。サードはスキップの補佐であり、リードおよびセカンドとスキップとの意思疎通を手伝うことを担っている。最後にスキップであるがこのポジションが最も重要であり、チームのリーダーとして作戦の創案やメンバーへの指示を行う。スキップは自分の投球番以外では常にリンクのハウスと呼ばれる所に立ち、リンクの状態や相手の動向などを総合的に判断し、石のウェイトをスイーパーに指示する。提案システムではこのスキップの役割に着目し、スキップを体験できる機能を作成し、カーリングというスポーツにおけるスイープといった動作的な面だけでなく、作戦を立案するという思考的な面での面白さを体験できるシステムとなっている。思考的作業に集中できるように目標座標とウェイトを指示することで自動的に狙った座標へ投球することが可能な機能の実装を行った。

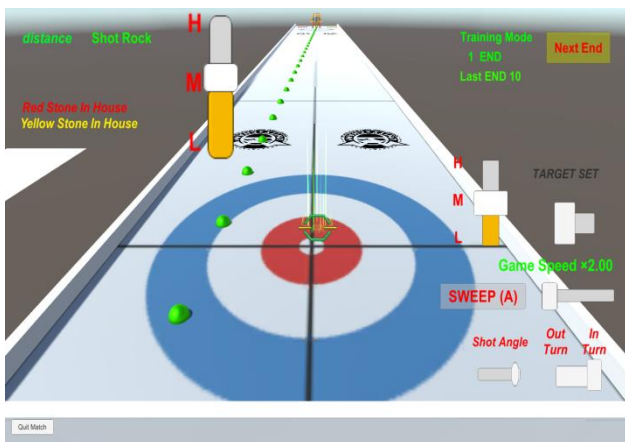


図 3. 5 VR モードでの操作画面

4. システムの今後の予定

現在のところ、試作バージョンを研究室の学生に使用させて、使用感や改善意見を集約しているところである。発表までに、それらを修正して、システムの改良を進めていく。

このシステムの有効性について、以下の2つの観点から評価実験を行っていききたい。一つは、初心者向けに本システムの楽しさについて評価してもらい、本システムを使うことで、カーリング自体にどの程度興味を持ってもらえるのか、ゲームについての理解がどの程度深まるのかについて調べていきたい。もう一つは、本システムがどの程度実環境を再現できているかという点である。これについては、カーリング経験者にこのシステムを体験してもらい、実際の石の挙動と本システムの石の挙動の比較をさせて評価させる。これによって、より臨場感を持ったシステムの完成に近づけていきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H03347 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 森健太郎, 伊藤毅志, 条件にロバストなデジタルカーリングの改良, 情報処理学会研究報, GI-41, No. 11 (2019)
- 2) 北清勇磨, 伊藤毅志, “カーリングの戦略を支援するシステムの提案と構築”, ゲームプログラミングワークショップ 2013 論文集, pp. 154-161 (2013).
- 3) 伊藤毅志, 森健太郎, 北清勇磨, “第1回 UEC 杯デジタルカーリング大会報告”, 情報処理学会ゲーム情報学研究会報告, GI-34(2), pp. 1-6 (2015).
- 4) 平昌冬季五輪の競技に関する調査, 産業能率大学 調査報告書 (最終アクセス日, 2018. 3. 22.)
https://www.sanno.ac.jp/admin/research/gorin2018_3.html
- 5) 水口充, エンタテインメントコンピューティング研究における価値基準の枠組みの提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム, pp. 57-64, (2018).
- 6) 山下利之, 清水孝昭, コンピュータゲームの特性と楽しさの分析, 日本教育工学会論文誌 28(4), pp. 349-355, (2004)
- 7) FencingVisualized, Dentsu Lab Tokyo
<http://dentsulab.tokyo/works/fencingvisualized>
- 8) 鹿野大貴, 亀田貴雄, 佐渡公明, 氷上を進む石の運動の解析, 雪氷研究大会(2019・山形)2019. 9. 8-9. 11