

概要

背景・課題

■ 活動場所

桃沢野外活動センター(キャンプ場)



■ 深刻な人手不足

キャンプブームの裏で、キャンプ場は人手不足に陥っている。

■ 受付での待ち時間

職員不足・受付カウンター不足・手続きのために長い待ち時間が発生している。

■ コミュニケーションの課題

外国人利用客と職員の間には「言語の壁」がある。
親が手続きをしている間、子供たちが退屈してしまう。

■ デジタルデトックスの必要性

現代はスマートフォンなどのデジタル機器に囲まれているため、キャンプ場ではそこから離れる体験を提供したい。

ロボットの機能

- 受付の待ち時間短縮と多言語対応のため、受付システムを導入する。
- 待ち時間の退屈を解消する付加機能として、ロボットと対戦できる物理的なボードゲーム機能を搭載する。

ボードゲームの選定

■ 要件定義

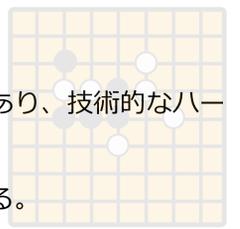
外国人利用客も楽しめるよう、世界的にルールが分かりやすいゲームであること。
子供から大人まで、誰でもすぐに遊べるシンプルなルールであること。

■ 候補の選定

上記の要件を満たすゲームとして「リバーシ」と「五目並べ」が候補に挙がる。

■ 技術的な実現可能性の検討

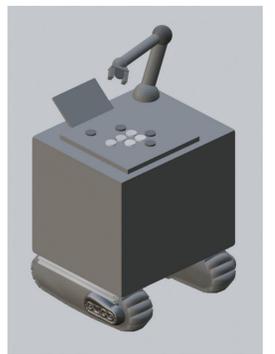
リバーシ: 駒をひっくり返す機構をロボットに実装する必要があり、技術的なハードルが高い。
五目並べ: 駒を置くだけなので、比較的簡単な機構で実現できる。



検証すべき内容(PoC)

待ち時間の退屈を解消する付加機能として、物理的な五目並べを行う機能

についてソフト・ハードの面から実現可能性を調査したい。まずは、**アルゴリズムが簡単なリバーシ**で検証した。



■ ソフトで想定される機能

機体制御に必要な機能



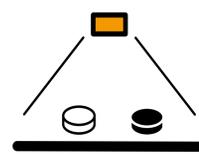
NVIDIA jetson Orin nano

ROS 2™



LiDAR

五目並べに必要な機能



駒を見る

Webカメラを用いて盤面の駒をリアルタイムで識別する。
駒の位置と種類を把握することで、次の手を判断できるようにする。

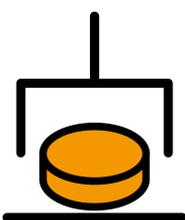
■ ハードで想定される機能

ゲーム中の機能



駒を持つ

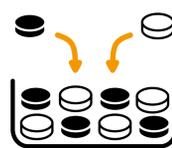
電磁石を搭載した吊り下げ式機構を使用する。
電磁石に通電して駒を吸着し、吊り上げる。
通電を停止すれば駒を解放できるため、確実かつシンプルな方法である。



駒を置く

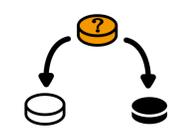
X-Y軸ガントリーシステム (UFOキャッチャーと同じ方法) で任意の場所に駒を置く。盤面認識で得られた目標座標に駒を吊り下げたガントリーが水平移動する。高さ方向の移動は、電磁石部分を昇降させる機構によって行う。これにより、狙った座標への駒の正確な配置を実現する。

ゲーム後の機能



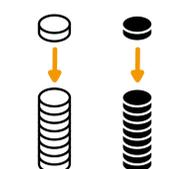
駒を集める

ゲーム終了後の駒の回収は、**盤面全体を物理的に傾ける**機構によって効率化される。
重力を用いて駒を回収口へ集約させることで、迅速に駒を集めることが可能となる。



駒を送る+分ける

コイン仕分け機を活用する。回収された駒を1枚ずつ送り出し、駒のサイズに違いを設けることで黒と白を自動で分別する。

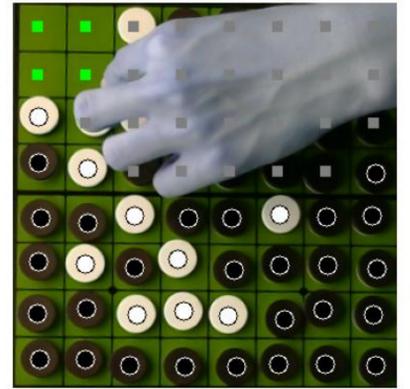
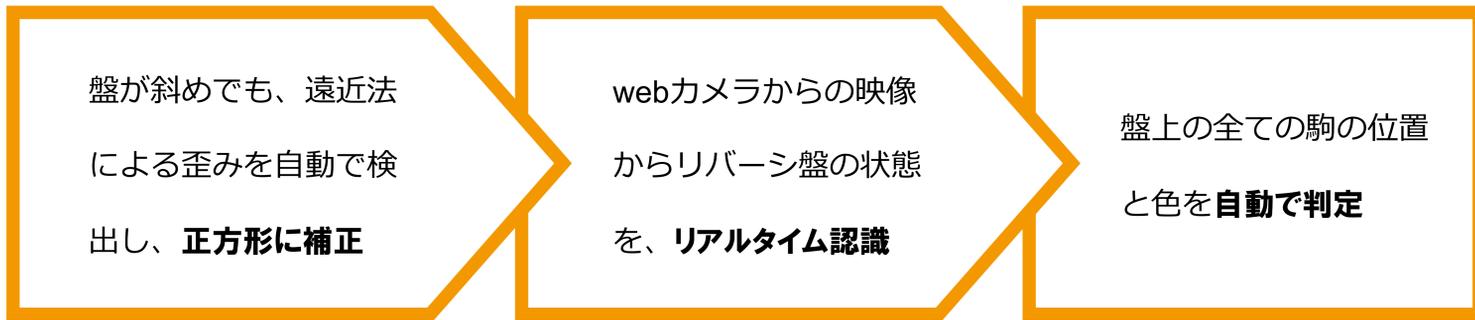


駒を積む

分別された駒を、縦に積み重ねて収納する。これにより、駒の保管がコンパクトになり、ロボットが駒を持つ際もスムーズに行える。

盤面の画像認識の検証

Webカメラの映像からリバーシ盤を認識し、盤の歪みや石の位置・色を自動で補正・検出した。



対戦型リバーシ (ルールベースAI)の検証

数手先を読む方法

α - β 法というアルゴリズムを用いている。 α - β 法とは、**数手先の未来を木の枝のようにシミュレーションし、最善種を見つける方法**である。

利点は、シミュレーションの途中で「この手筋は、さっき検討した別の手筋より明らかに損だ」と判断すると、その先の探索を打ち切ってしまうことである。これにより、無駄な計算を大幅に省き、より深く、**効率的に先を読むことが可能**である。それであっても、**先読みする手の数を多くすると平均思考時間が長くなってしまふ**という問題があり、**軽量化が課題**である。下図は先読みする手の数と一手当たりの平均思考時間の関係を表したものである。



有利さを判断する方法

シミュレーション結果の各盤面を、ゲームの状況に応じた評価関数で**確定石・着手可能手数・形勢**などの観点から点数化する。

序盤 隅や辺などの「良い形」を作ることと、「自由に打てる場所の多さ」を重視する。石の数はまだ気にしない。

中盤 絶対にひっくり返されない**確定石**をどれだけ確保できるかを重視し始める。

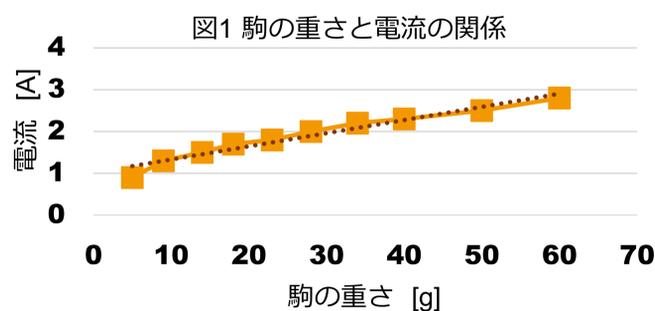
終盤 **確定石の数と、最終的な石の総数を最大化することを最優先**に考える。AIは勝ちを確実にするための正確な計算を行う。

最も高い点数につながった一手を最善手として選び出す。

駒を持つ機能の検証

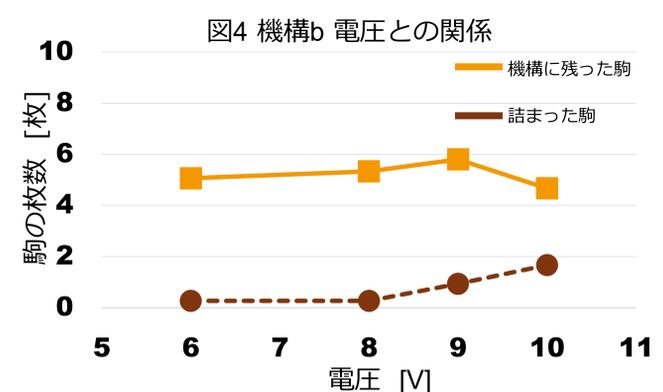
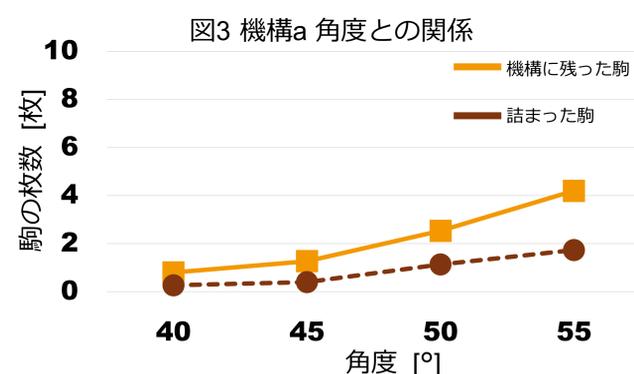
図1に、**駒を保持するために必要な最低限の電流**を示す。

図2に、重ねた2枚の鉄板の間隔を変えたときに、**下の板に影響を与えず、上の板1枚のみを持ち上げられる最大電流**を示す。



駒を送る+分ける機能の検証

駒を1枚ずつ送る機構を2つ作成した。比べると、**機構aを使うのが妥当**である。機構aの分別できなかった駒・詰まった駒の数の減少傾向は二次関数的であり、完全に0にはならない。そのため、**角度を浅くするのは他に対策を行う必要がある**ことがわかった。



※2つの駒送り出し機構の動作や仕組みについては実物・動画参照。