

非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」の紹介

浅野旬吾^{†1} 伊藤毅志^{†1}

概要: 本報告では、正体隠匿型の多人数ゲーム「DREAMS」を紹介する。本ゲームの特質について述べ、このゲームにおいて非言語的コミュニケーションにおける解釈や理解が必要なゲームであることを説明する。そして、このゲームによって考える認知科学研究と人工知能の研究について概説し、本ゲームをコンピュータ上で対戦するために現在開発中のデジタルプラットフォームについて説明する。

キーワード: 正体隠匿型ゲーム, 非言語コミュニケーション, 解釈, デジタルプラットフォーム

Introduction of the Nonverbal Communication Game "DREAMS"

SHUNGO ASANO^{†1} TAKESHI ITO^{†1}

Abstract: In this report, we introduce a role concealed multiplayer game "DREAMS". First, we describe the characteristics of this game and explain that it is a game that requires interpretation and understanding in nonverbal communication. Then, we outline the cognitive research and artificial intelligence research that can be considered by using this game, and explain the digital platform currently being developed to play this game on computers.

Keywords: role concealed game, nonverbal communication, interpretation, digital platform

1. はじめに

Alpha Go の登場で、ゲームの人工知能的研究の方向性はより複雑な不完全情報ゲーム(ガイズター, 人狼など) [1][2] やより不確定要素のある現実的なゲーム(カーリング, ミニ四駆 AI など) へとターゲットを広げている [3][4]. 人工知能にとって難しい課題は、膨大な計算や局面の認識といった問題から、プレイヤー同士のコミュニケーションや状況に応じて臨機応変にモデルを変えるような課題へとシフトしていると言える。

その中で、人狼知能プロジェクトは、「人狼」という人間の高度なコミュニケーションを必要とするゲームを対象とした研究であり、非常に魅力的なチャレンジである。人間同士の人狼のプレイを考えると、自然言語理解だけでなく、身振りや手ぶり、表情などの非言語コミュニケーション、論理的思考、相手を論破したり、誘導したりする話術、人間関係や相手モデルなどの多岐にわたって考慮しなければならない事柄がある。これは、チャレンジングな研究テーマである反面、研究の目標を絞りにくいという欠点も有している。また、「人狼」はゲームとしての目的が不明確である。ゲームの目的は、陣営側の勝利なのか、自分が生き残ることなのかハッキリしない。人によっては、勝敗よりもコミュニケーション自体を楽しみ、印象に残るプレイをすることが目的である場合さえある。「人狼」というゲームは、そもそも勝敗を競うことが目的ではなく、プレイヤーはパー

ティゲームとしてコミュニケーションを楽しむことが主目的であるので、コミュニケーション能力の高さが、勝敗に直結しにくいという問題がある。

本研究では、ゲームの勝敗が明確で非言語コミュニケーション能力がゲームの勝敗に強く関連すると思われる「DREAMS」を紹介する。このゲームを対象とした研究の方向性と展望について議論していく。

2. DREAMS とは

2.1 概説

DREAMS は 2016 年にドイツの Zoch から発売された正体隠匿型の多人数ボードゲームである [5]. 日本では、アークライトから日本語版が発売されている。比較的新しいゲームであり、国内ではまだまだあまりプレイヤー人口は多くない。

2.2 ルールとプレイ

DREAMS は、3 人～6 人でプレイするパーティー型ボードゲームである。

初めに、場に 4 枚の抽象的な絵が描かれたカードが出される。そのカードには、①から④の番号が振られている。一方、プレイヤーには、マーカーが全員に配られる。マーカーには人のシルエットが描かれたものか①から④の番号のいずれかが書かれている。人のシルエットマーカーは 1 枚だけであり、それが配られた人は人間役となり、そのほかのカードには同じ番号が書かれていて、番号のカードが配

^{†1} 電気通信大学
The University of Electro-Communications



図1 ゲームプレイ中の場の例

られた人は神様役となる。神様陣営は、このカードによって①から④の答えとなる絵を知ることができ、人間だけはどれが答えかわからない。

ゲームは、石を置くフェーズと投票フェーズからなる。ゲームが始まると石を置くフェーズに移行する。このフェーズでは、手番のプレイヤーは、絵を参考にして3種の石(白、灰色、黒)のうち1個を、天空マットの上の任意の位置に自由に配置する。手番は全プレイヤーに順々に3周し、全員が持っている石を天空マットの上に置き終えたら、投票フェーズに移る。

投票フェーズでは、神様役は誰が人間かを人間役はどれが答えの絵なのかを予想する。予想の的中に応じてプレイヤーは点数を得る。また、誰からも人間と投票されなければ得点が加算される。投票フェーズが終わると1ラウンド終了となり、プレイヤーの得点を計算する。規定点(16点)に到達したプレイヤーが一人でもいればゲームは終了となり、16点以上のプレイヤーが勝利となる。但し、同時に16点以上になったプレイヤーが複数いた場合、最も得点の高いプレイヤーが一人勝利となり、最も得点の高いプレイヤーが複数人居た場合、それら全員勝利となる。

図1は、ゲームプレイ中の場の一例を示している。左側4枚の絵が最初に配置されるカードであり、プレイヤーにはマーカーが配られる。図1の場合、②が神様陣営に配られ、②の絵が正解であることが神様に知られる。一方、人間

はどれが正解の絵かわからないままに、神様の配置する石を参考にしながら石を置いていく。神様は人間に正解の絵を悟られないように、しかし他の神様から疑われないように石を置いていく。

2.3 ゲームの特質

本ゲームは、人狼と同様にプレイヤーは人間役以外お互いの役職を知らない正体隠匿型ゲームである。プレイの特徴として、合法手は最後のターンの「投票フェーズ」以外は、天空マット上に3種の石のいずれかを置くという行動だけである。

神様役のプレイヤーは、4枚の絵と天空マット上に配置された石から人間を探し出し、人間役のプレイヤーは正しい絵を見つけ出す。

本ゲームでは、神様陣営は天空マットの石の配置から他者のプレイの意図をくみ取りつつも、時には人間を誤った絵に誘導しようとしたり、自身が神様であることをアピールしたりする。逆に人間側も、神様陣営のプレイの意図を推し量り、人間であるとバレないように、神様陣営の意図に合わせるようなプレイをする。これを言語ではなく石の配置のみで行うところが興味深い。正体隠匿型非言語コミュニケーションゲームであると言える。

人狼とは異なり、ゲームとしての勝敗も明確で、得点による勝敗条件も明確であるので、求められる戦略も議論しやすい。

3. DREAMS を題材とした研究の展開

3.1 認知科学的研究

DREAMS は、人間の非言語的コミュニケーション能力が求められるゲームである。プレイヤーは、絵をどのように解釈し、3種類の石を使ってどのように自身の意図を伝えるのか、他者の置いた石の配置から、そのプレイヤーの意図をどのように解釈し、理解するのかといった高度に認知的な問題解決が求められる。

実際、このゲームをプレイすると、3種類の石（白色、灰色、黒色）の石をどのように使うのかは、プレイヤーの感性に委ねられていて、輪郭を表すのか、その部分の色の濃さを表すのかは状況によって異なる。他者がどのような意図でその石を置いたのかということについては、相互に誤解しながら理解しあうことも起こりうる。

図2は、AとBの二人の相互理解を図式化したものである。Aは、「ある事柄に関するAの解釈」と「Aが推定するBがどのように解釈しているか」ということを比較して、概ねそれが一緒であるときに、AはBと理解しあえたと感じる。Bもその逆を行って理解しあえたと感じる。相互が理解しあえたと感じたときに、相互理解という状況が実現すると言える。

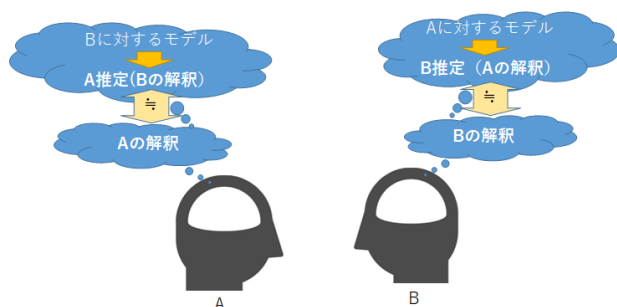


図2 相互理解という状況

しかし、Aが考えるBの解釈と実際のBの解釈が等しいとは限らない。逆も然りである。このゲームでは、しばしば意図が伝わったと感じる時があるが、ゲームが終了してみると、どちらかがどちらかを騙していたり、両方とも誤解していたりという状況がよく起きる。

「蒟蒻問答」という落語がある。住職のなり手のない荒寺で蒟蒻屋がひよんなことから住職のふりをするようになる。そこに現れた修行僧が禅問答を仕掛けるといふストーリーであるが、修行僧が何を訊ねても答えないことを「無言の行」と勘違いしてジェスチャーで問答を始める。修行僧はこの世の理について訊ねているつもりであるが、住職に化けた蒟蒻屋は正体がばれて蒟蒻について問われていると誤解する。ジェスチャーによる会話はそのまま成立して、修行僧は恐れ入って帰ってしまう。この噺は、蒟蒻屋の抱

く相手モデルと修行僧が抱く相手モデルの間に齟齬がありながら、相互誤解が成立してしまう事例であるが、人間同士のこのような理解の過程を何らかの形で実現しないことには、このゲームで知的なプレイを実現することは難しいと予想される。

相互理解を扱ったゲーム研究としては、伊藤らの四人将棋を題材とした認知実験が挙げられる。この研究では、四人将棋のダブルスを例に挙げて、指し手のみからプレイヤーの意図がどのように味方プレイヤーに意図が伝わるのかを調べている[6]。ここでは、自身の読みが味方の手と合致するかどうかによって、意図の判断が行われることが指摘されていて、味方の指し手から逆算して意図を把握する過程について調べられている。

DREAMSでもプレイ中に相手の手を予測して、それとのズレによって解釈が行われることが想定される。DREAMSを題材にして、プレイヤーの認知過程を調べる研究が考えられる。これらの研究を通して、人間の解釈、理解の過程に関する研究を計画していきたい。

3.2 人工知能的研究

DREAMSをAI同士が自動対戦できるようにするためには、DREAMSをプレイするためのデジタルプラットフォームの設計が必要であると考えられる。当研究室では、まずは、人間プレイヤー同士がコンピュータ上で対戦できるプラットフォームを構築中である。現在のところ、プレイの人数を4名に限定しているが、これは3名～6名に変更することも可能である。ここでは、このデジタルプラットフォームについて説明する。

3.2.1 開発環境について

デジタルプラットフォームは、Unity Technologiesが開発したゲームエンジン「Unity」を使用して開発している[7]。また、複数人が異なる端末からオンラインで通信対戦できるようにするために、Exit Gamesが提供しているネットワークエンジン「Photon Unity Networking (以下 PUN)」を使用している[8]。

3.2.2 RPCを用いた対戦管理と進行

デジタルプラットフォームを用いてオンライン対戦をする際には、まず初めにマッチングが行われる。現在開発中のシステムでは、各プレイヤーがクライアントとしてサーバに接続することで、以下のような手順で自動的にマッチングが行われる。

- 1) 各プレイヤーはそれぞれデジタルプラットフォームを起動してマッチング申請をして、マッチング待ち状態にする。
- 2) 最初にマッチング待ち状態になったプレイヤーが自動的にマスタークライアントとなりルームを構成する。それ以降に待ち状態になったプレイヤーはそのルームに入り、クライアントとなる。
- 3) 4名のプレイヤーが待ち状態になったら、ルームは自動

的に閉じられ、マッチングは完了する。この時、待ち状態のプレイヤー数は0となる。

マッチングが完了すると対戦を行うために、各クライアント間でゲームの進行状況を合わせたり、ゲームに関する情報を送受信したりする必要があるが、その際には PUN の機能の 1 つである RPC (Remote Procedure Call) という機能が用いられる。

RPC とは、指定した関数を指定したクライアントの環境下で実行するように命令する機能である。これによって、クライアント間でゲームの進行状況を合わせることを可能にしている。

例えば、陣営を確認するための関数 JobCheck で説明しよう。ゲーム開始時には、まずそれぞれのプレイヤーの陣営を確認する必要がある。この場合、図 3 の上に示すように、マスタークライアントは RPC を用いて関数 JobCheck を全クライアントの環境で実行するように命令する。すると、図 3 の下に示すように、全クライアントにおいて、陣営を確認する場面へとゲームを進行する関数 JobCheck が実行され、ゲームの進行状況が陣営を確認する場面へと進行する。これにより、ゲームの進行状況を各クライアント間で同期させることができる。

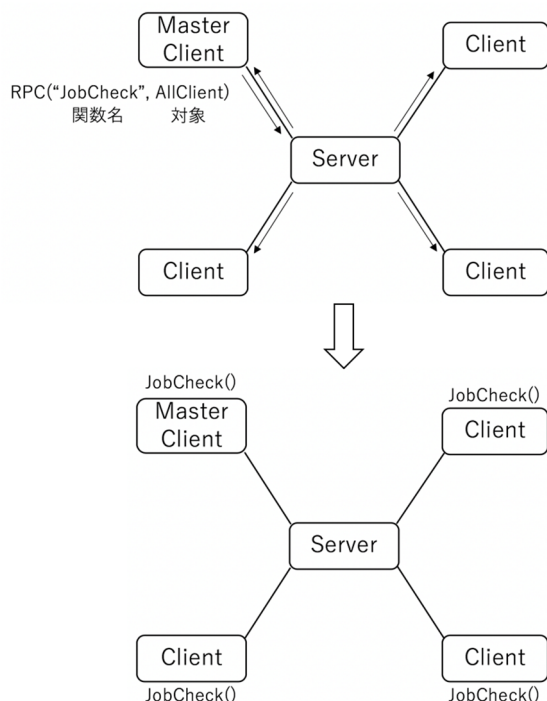


図 3 RPC の使用例 (ゲームの進行状況を同期する)

RPC で実行する関数には引数を渡すこともできる。これにより、ゲームに関する情報を引数に渡して他のクライアントの環境で関数を実行することで、ゲームの進行状況を合わせるだけでなく、ゲームに関する情報を送受信することも可能になる。

ここでは、一例として、プレイヤーが新たに置いた石の情報を、置かれている全ての石の情報を格納しているデータに追記するための関数 PutStone を使って説明する。

図 4 の上に示すように、関数 PutStone は、「石の置かれた x 座標」、「石の置かれた y 座標」、「置かれた石の色」、「置くまでに要した思考時間」を引数としてとる。手番プレイヤーが石を置くと、石を置いたクライアントは、RPC を用いて上述の引数を持った関数 PutStone を全クライアントの環境で実行するように命令する。すると、図 4 の下に示すように、全クライアントにおいて、引数を持った関数 PutStone が実行され、手番プレイヤーによって置かれた石の情報を、引数から受け取って各クライアントの環境における置かれている全ての石の情報を格納しているデータの中に追記する。各プレイヤーが石を置くたびにこの処理が行われ、全クライアントに置かれている石の情報が伝達される。このようにして、各クライアント間でゲームに関する情報を送受信することができる。

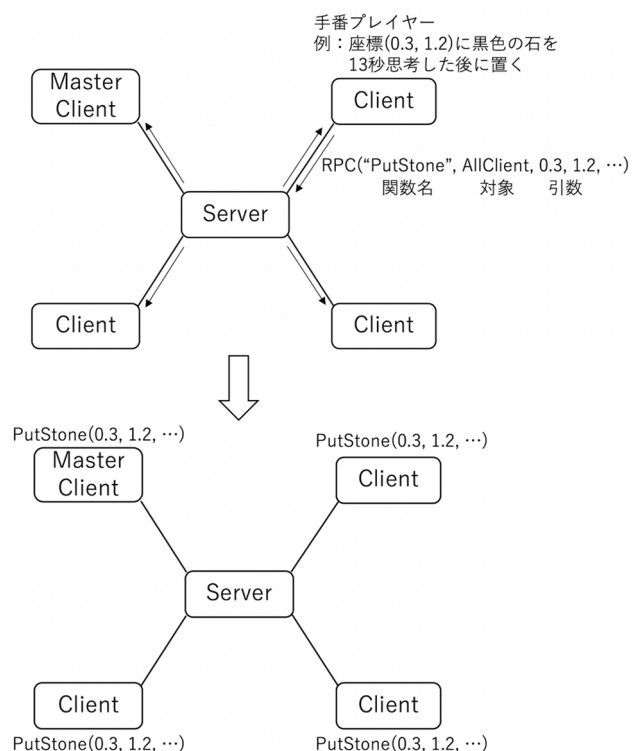


図 4 RPC の使用例 (ゲームに関する情報を共有する)

石を置くフェーズが終了すると、投票フェーズに移行する。このフェーズでは、RPC を用いて関数を実行する対象をマスタークライアントのみに指定することで、各プレイヤーの投票内容をマスタークライアントに集約し、集約された投票内容から点数計算を行い、その計算結果を再びマスタークライアントから全クライアントに送信するという形で対戦データが共有され、対戦が進行する。

3.2.3 ゲームの処理の流れ

ここでは、このデジタルプラットフォームを使用して人

間プレイヤーがゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れについて説明する。

(1) マッチング

各プレイヤーは、デジタルプラットフォームを起動して、プレイヤー名の入力とマッチング申請を行うと自動的にマッチング待ち状態となる。最初にマッチング待ちになったプレイヤーがマスタークライアントとなり、それ以降にマッチング待ちとなったプレイヤーは自動的にクライアントとなる。4名集まるとマッチングが完了し、ゲーム開始となる。

(2) 陣営確認

ゲームが開始されると、まず、マスタークライアントがゲームに必要な情報（誰が人間役か神様役か、どの4枚の絵を使用するか、本物の絵がどれかなど）をランダムに決定し、全クライアントに送信する。各クライアントは、マスタークライアントから受信した情報をもとに、このラウンドの初期情報が保持され、今回のラウンドにおける自分の陣営が表示され、神陣営であればどの絵が正解かも表示される。図5は神陣営のプレイヤーに提示された陣営確認の表示例である。全プレイヤーがこれを確認したら、石を置くフェーズに移行する。

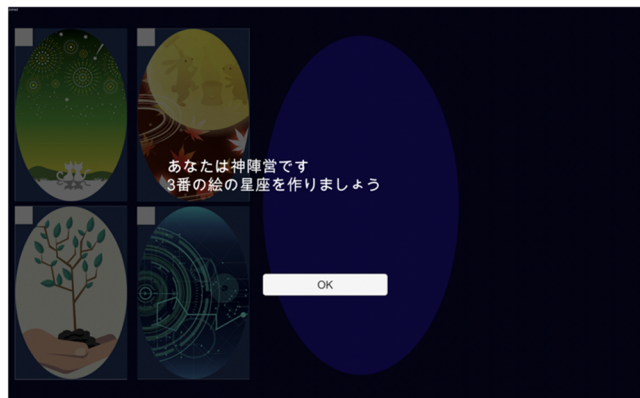


図5 陣営確認画面

(3) 石を置くフェーズ

陣営確認が終わると、石を置くフェーズに入る。ここでは、自分の手番の時のみ、入力が行える。他プレイヤーの手番の時には、石が置かれると、画面の盤面情報が随時更新される。直前に置かれた石には赤色のハイライトが付けられ、誰がどこに置いたのかを確認できるようにしている。自分の手番になると、石を置く入力を行うことができる。置く石の種類を決め、盤面上の既に置かれている石の近傍以外の任意の位置をクリックすることで石を置くことができる。

図6は石を置くフェーズにおけるプレイヤーに表示される画面の一例である。この画面から、この局面がPlayer2の手番であり、直前のPlayer1が白の石を赤いハイライトの位置に置いた状態であることが読み取れる。

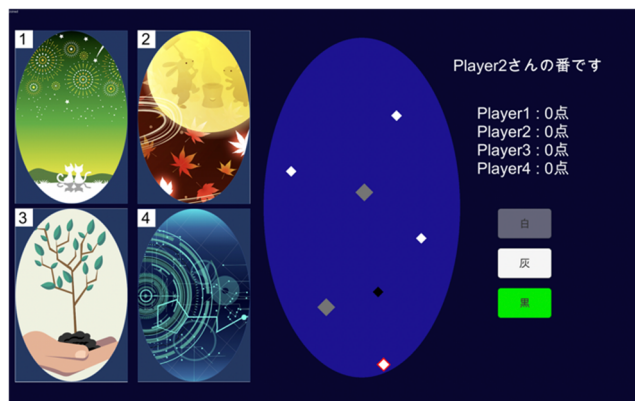


図6 石を置くフェーズの画面

石が置かれると、置かれた石の情報は全クライアントに送信される。全クライアントは、手番プレイヤーから受信した石の情報を追加し、手番プレイヤーを次のプレイヤーに更新する。全てのプレイヤーの石が置き終わるまでこれが繰り返される。

(4) 投票フェーズ

全ての石が置き終わると投票フェーズに移る。各プレイヤーは、置き終わった石の配置やイラストを見て投票先を指定する。神様は自分自身に投票することはできない。各プレイヤーの投票内容はマスタークライアントに集約される。図7は投票フェーズに神陣営に表示される投票画面の一例である。この場合、Player2であるので、自身は選択できないようになっている。

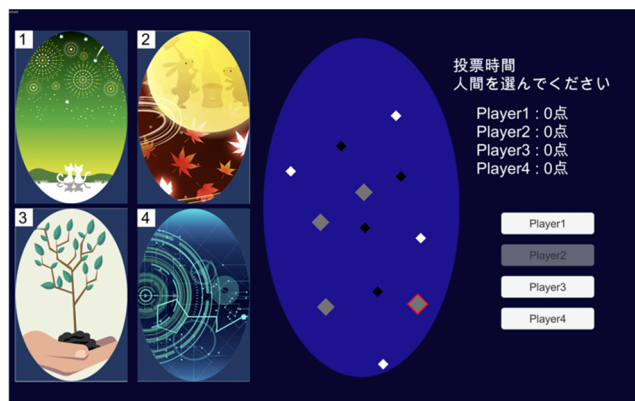


図7 投票画面

(5) 結果表示

全プレイヤーの投票が終了すると、マスタークライアントは集約された投票内容をもとに点数計算を行い、計算結果を全クライアントに送信する。全クライアントは、マスタークライアントから受信した計算結果を、現在のラウンドの結果として画面に表示する。画面には、「各プレイヤーの陣営および投票先」、「本物の絵の番号」、「スコアの遷移」が表示される。全員が結果を確認したら、まだ誰も規定スコア（16点）に到達していなければ次のラウンドへと進む。誰か1人でも規定スコアに到達していればゲーム終了となる。

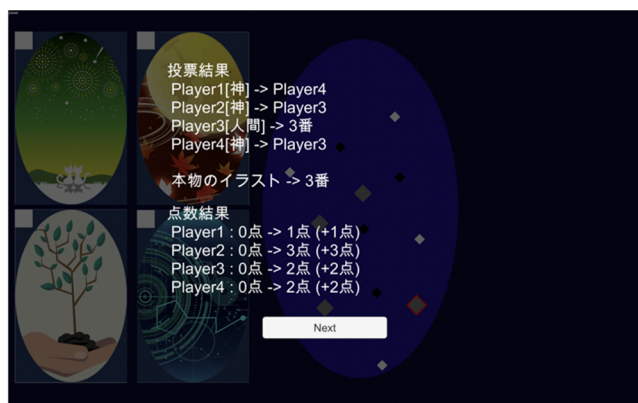


図8 ラウンド結果表示画面

図8は、あるラウンドの終了による結果表示画面である。この場合は、誰も規定スコア(16点)に達していないので、「Next」を全員がクリックすることで、次のラウンドに移行する。

(6) ゲーム終了

誰か一人でも規定スコアを超えた場合、ゲーム終了となり、ゲームの最終結果が画面に表示される。結果を確認したら「退出する」をクリックすることでマッチングから離れることができる。



図8 ゲーム結果表示画面

図8は、最終結果を示すゲーム終了画面の一例である。ここでは、Player2が規定スコアを超えて18点を獲得して勝利したことを示している。

以上が、このデジタルプラットフォームを使用してゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れである。

3.2.4 ログファイルの出力

このデジタルプラットフォームは、行ったゲームのプレイログをテキストファイル形式で保存することができる。ログファイルには、「現在のラウンド数」、「そのラウンドにおける全プレイヤーの陣営」、「その時点でのスコア」、「使用された4枚の絵の番号」、「本物の絵の番号」、「置かれた全ての石の情報(座標、色、置いたプレイヤー、置いたターン、置くまでにかかった思考時間)」、「各プレイヤーの投票結果」、「投票先を決めるまでにかかった思考時間」、「スコア結果」

が記述される。これにより、ログファイルを見ることによって、どのようなゲームが行われたのかを後から確認することができる。

3.2.5 AIのプレイ環境

このデジタルプラットフォームを改変することで、AI同士が対戦できる環境を整えることが可能である。現在、対戦に必要な通信プロトコルを整備し、対戦のための環境を整えているところである。この対戦環境を公表して、DREAMSをプレイするAIの開発を促していきたい。

将来的には、GAT(Game AI Tournament)などでの大会を企画することで[8]、非言語的コミュニケーションにおける解釈や理解を行える人工知能研究に寄与していきたい。

4. おわりに

本報告では、ゲーム研究の新しい題材としてDREAMSを紹介した。このゲームのルールと特質を考察し、人間の解釈や理解を題材とした問題を扱うゲームであることを説明した。

そして、認知科学的な研究の方向性と人工知能的な研究の方向性について示し、それらの研究を遂行するためにコンピュータ上で対戦できるデジタルプラットフォームについて説明した。

今後は、このプラットフォームを用いて人間プレイヤーがどのように考えてこのゲームの意思決定を行っているのかを発話プロトコル分析を行うことで明らかにしていく。また、AI同士の対戦のためのプロトコルを公開し、GPWやGATなどで、デモンストレーションを行い、AIを競う大会を開催していきたい。

参考文献

- 1) 末續鴻輝、織田祐輔：機械学習を用いないガイスターの行動アルゴリズム開発、GAT2018シンポジウム, pp.13-16 (2018).
- 2) 片上大輔、鳥海不二夫、大澤博隆、他：人狼知能プロジェクト、人工知能学会誌, 30-1, pp.65-73 (2015).
- 3) 伊藤毅志、榊井文人、宮越勝美、他：カーリングを科学するプロジェクト、信学技報, 115(118), p.5-10 (2015).
- 4) 西野順二：ミニ四駆 AI2017 春、知能と情報, 29(4), pp.141-143 (2017).
- 5) DREAMS、Zoch, <https://www.zoch-verlag.com/en/games/family/dreams-601105094/> (2019/6/27, アクセス確認日)
- 6) 伊藤毅志、杉本新也、古郡延治：四人将棋におけるプレイヤーの協調過程に関する研究、情報処理学会研究報告知能と複雑系、SIG-ICS, 23, pp.33-40, (1995).
- 7) Unity, <https://unity.com/ja> (2019/6/27, アクセス確認日)
- 8) Photon Unity Networking, <https://www.photonengine.com/Word> (2019/6/27, アクセス確認日)