

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18172

研究課題名(和文) 不完全情報ゲームにおける対戦相手の視線の動きを利用した情報の推測

研究課題名(英文) Estimation of Invisible Information Using Motion of Gaze of Opponent in Incomplete Information Game

研究代表者

大川内 隆朗 (OHKAWAUCHI, Takaaki)

日本大学・文理学部・助教

研究者番号：70548370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：麻雀のように自分と対戦相手で見える情報が異なるゲーム(不完全情報ゲーム)においては、相手の持っている手牌のように見えない情報を推測することが勝敗の鍵を握る。本研究では、麻雀対局中の視線情報を捕捉することによって、対戦相手の手のうちを推測できるのではないかと考えた。結果として、視線を検出しながら対戦するソフトウェアの開発し、予備実験を通して、視線の動きと手の内は関係しているとの示唆が窺えた。今後は本実験を通して、汎用性を確認していく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オセロやチェスに加え、近年では囲碁や将棋などの選択肢のより多いゲームにおいてもコンピュータが人間を凌駕する時代になっている。しかし麻雀などの、見えない情報があったり、運が絡んだりするようなゲームにおけるコンピュータ開発の研究は多くない。本研究のような研究を重ねることで、見える情報を基にゲームプランを立てるのみでなく、見えない情報を推定し、それを基に戦略を立てるようなシステムの発展につながると考えている。

研究成果の概要(英文)：Each player has different information in incomplete information games such as Mahjong. Guessing invisible information is important to win a game. In this study, I suggest a method to guess other players' Mahjong tiles by capturing their eye movement and gaze points while playing games.

Consequently, we developed online Mahjong application that can record players' gaze while playing. Preliminary experiments show that players' eye movement relates to tiles they have at the time. In the future, we plan to confirm versatility of the method through more subject experiments.

研究分野：ゲーム情報学

キーワード：情報推定 視線検出 麻雀

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータゲームにおける AI は高速に進歩を続けている。チェス、オセロはすでに数十年前にコンピュータが人間の世界チャンピオンを下しているが、さらにこの数年間で、囲碁や将棋においてもコンピュータが人間の名人や世界チャンピオンに勝ち越すレベルとなっている。ここに挙げた類のゲームは、完全情報ゲームと呼ばれ、隠れている情報が無く、プレイヤーも対戦相手も、すべての情報を開示したうえで対戦を行う。完全情報ゲームにおいては、運の要素がほとんど無く、計算能力に優れているコンピュータが強くなっていくことは当然ともいえる。

一方、ポーカー・花札・麻雀などは、不完全情報ゲームと呼ばれ、プレイヤーと対戦相手で見ている情報が異なる。自身の手の内は見ることができるが、対戦相手の手の内を直接的に窺い知ることはできない。また、運の要素が伴うので、確率的に有利となる戦略を取ったとしても、それが裏目に出てしまうことも多々ある。このような不完全情報ゲームにおいては、コンピュータが人間を凌駕するようなレベルにはまだ到達していない。

上記のような状況を踏まえ、不完全情報ゲームにおいても、運と呼ばれる要素を何らかの手法で推測することにより、現状よりも強いコンピュータの開発にもつながると考えた。

2. 研究の目的

現在は、不完全情報ゲームの研究も盛んに行われていて、その一種でありポーカーに似た『Texas Hold'em』と呼ばれるゲームにおいては、近似ナッシュ均衡戦略により、一対一であれば人間の世界チャンピオンを上回るレベルのコンピュータが実現されている[1]。しかし、同手法をはじめとする多くの方法では、複数名で同時に行う類のゲームにおいては計算量が膨大となり、また不確定要素もその分だけ多くなるので、実現性と有効性の観点から問題が残る。複人数で同時に行うゲームの研究例として、麻雀においては、多人数性を考慮して機械学習を用いた手法[2]があり、勝率の観点から一定の成果が得られている。しかし、上記 2 つを含めた不完全情報ゲームにおける研究では、ゲームを十分な回数行ったうえでの勝率は向上しているものの、完全情報ゲームにおけるコンピュータほどの実力にはまだ届いていない。

本研究では、確率や統計的な戦略ではなく、不完全情報ゲームにおける不完全性の推測に着目した。具体的には麻雀において、見えない情報の中で最も重要な、対戦相手の手の内を推定することを目的とする。対戦相手の手の内が高い精度で推測できれば、現在の完全情報ゲームでも実証されているように、コンピュータの実力は大きく向上することは間違いない。

[1] Michael.Bowling, Neil.Burch, Michael.Johanson, Oskari.Tammelin, "Heads-up limit hold'em poker is solved", Science, Vol.347, pp.145-149, 2015.

[2] 水上直紀, 中張遼太郎, 浦晃, 三輪誠, 鶴岡慶雅, 近山隆, "多人数性を分割した教師付き学習による 4 人麻雀プログラムの実現", 情報処理学会論文誌, Vol.55(11), pp.2410-2420, 2014.

3. 研究の方法

本研究では、麻雀の対局中对戦相手の手の内を、当該のプレイヤーの対局中の視線の動きを基に推定する手法の提案を行った。対局中のプレイヤーは、様々な思考の過程の中で、それに応じた反応を行い、それは視線の動きに現れると考えた。例えば、あるプレイヤーの手が聴牌(テンパイ)した場合、リーチをかければ周りにも当然わかるが、そうでなければお互いに捨て牌や手出しの頻度などを中心に推定を行っていくということが現在のコンピュータの手法である。しかし本提案では、それ以外にも、向聴数(テンパイするまでの必要枚数)によって、自分の手を見ている時間と、河を見ている時間に差が出てくるのではないかと考え、そのような注視点や時間と手牌の相関関係を分析することで見えてくる情報があるという考えに至った。また、自分の手番になり牌を取った際に、取った牌に目がいった後、次にどこに目がいくのかを考えると、自分の手牌の同じ色の手配に目がいくのではないかと考えた。このような「牌を取る」、「他プレイヤーから牌が捨てられる」などのアクションのタイミングで、どのような視点の反応が起こるかを分析することが新しい戦略につながるといえる。

したがって本研究は、

- 麻雀対局中の各プレイヤーの視線の動きを常に記録する
 - 記録した視線の情報を基に分析を行う
 - 可能であれば、分析結果を新しい戦略のためのアルゴリズムに結び付ける
- といった目的のもとに進めていく。また視線検出の都合上、物理的な麻雀卓を利用するのではなく、PC の画面上で座標などを高い精度かつ簡潔に取得できるように、オンライン麻雀ゲームを対象として行っていく。

4. 研究成果

本研究では初年度にまず、既存のオンライン麻雀サービスを利用し、視線検出器を備え付けた PC を利用し、数名のプレイヤーにプレイしてもらい、その最中の画面を録画したうえで検証を行った。視線検出器の精度としては、誤差は平均約 2cm 以内で、フレームレートについてはコン

コンピュータの性能にもよるが、1秒間に十数回程度の視線情報を取得することが可能であり、十分ではないかもしれないが、研究の遂行に大きく支障のあるものではなかった。検証結果として、著者が想定していたように、

- ・手番の際は、今取った牌と同じ色の牌に目がいくこと。またその後は、捨て牌の候補となる牌に目がいきがちで、それ以外の牌への注視時間が短くなること
- ・手牌が複雑（同じ色の牌や数字が多い）なほど、自分の手牌を見る時間が長くなる
- ・聴牌すると、自分の手配にあまり目がいかなくなること

といった内容についての示唆が窺えた。ただし、問題点として、視線検出器によって時間と座標は記録でき、また画面を録画しているので検証自体は可能であったが、そのすべてが手作業による集計になってしまうこととなった。すなわち、ある時間に(x, y)の座標を見ていたことが記録されていたとして、その時間にその座標には、「相手の4巡目の捨て牌の二萬があった」などの情報については、録画映像を見ながら手動で追記し直さなくてはならず、分析に耐えうるようなデータの収集や、集計の正確性の観点から問題があった。

したがって、どの時間にどの座標に何が表示されていたかを自動的に集計を行うことできるように、自作のオンライン麻雀システムの開発を行う必要があった。自作で開発するメリットとしては、牌画像の大きさなども必要に応じて調整することが可能なので、既存のものでは一部の画像が小さく、高額な視線検出器でないと高い精度での記録が厳しいものもあったが、そのあたりの調整も柔軟に可能である。最終的な開発システムとして、イントラネット内で利用できる最大4名のオンライン麻雀ゲームを実装し、視線検出器付きPCを利用することにより、各プレイヤーの視線情報を対局中に常に取得することを可能とした(図1)。また、視線情報のラベル付けする際には、視線検出器の精度を考慮し、検出した視線の中心にある情報(「自分の何番目の手配」や「相手の何巡目の捨て牌」など)と、当該箇所から2cm以内にある情報とでラベル分けすることで、分析の際にどこまでを注視点として判定するか柔軟に対応できるようにした。

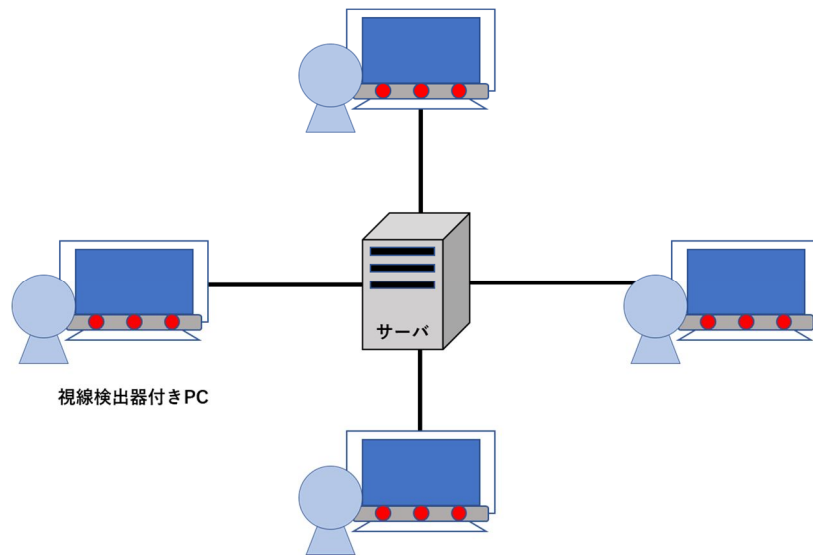


図1. システムのイメージ

システムの基盤が実装され予備実験を行ったが、実際に人間4名で対局を行わないと、コンピュータがランダムで捨て牌などを選ぶようにしたので、非常に短い時間で捨て牌が決まってしまう、次から次へと人間プレイヤーの手番が回ってきてしまうなど、実用的なデータの取得が困難であった。また、視線検出器や被験者ごとに事前のキャリブレーションを必要とするので、インターネット上でのオンラインでの実験は困難である。

システムの開発に想定より時間がかかってしまったことと、社会的な情勢の影響もあり被験者を募って実証実験を行うことができなかったが、実装は完了したので、今後は1回の実験につき4名ずつの被験者を募り、データの取得および分析を行っていく予定である。特に、性格や経験などプレイヤーの属性が視線データに影響してくることが考えられるので、集計の際にグループ分けしたり、機械学習などの入力データにそのような属性情報組み込んだりするなどして、より汎用的な実証を検討している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----