

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00297

研究課題名(和文) データマイニング手法を用いた多人数不完全情報ゲームの特徴抽出

研究課題名(英文) Feature extraction of multi-person imperfect information games by using data mining methods

研究代表者

西野 哲朗 (Tetsuro, Nishino)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：10198484

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：コンピュータ大貧民においては、日本で人気のあるカードゲームの大貧民をプログラム同士がプレイする。コンピュータ大貧民において強いプログラムはモンテカルロ法のような機械学習手法を使用しているため、プログラムの挙動を予想するのは難しい。本研究では、プレイヤープログラムの特徴を決定木分析手法を用いて抽出する。プログラムの特徴は、3つの観点から決定木を生成することにより抽出される。我々の手法の有効性を示すために、計算機実験を行った。我々の手法を挙動が明確な3つのプログラムに対して適用した。その結果、抽出された特徴は、プログラムの実際の挙動に照らして妥当であることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コンピュータ大貧民においては、まだ、熟達した人の方が強い。本研究では、その熟達者のように相手のプレイの癖を見抜き、戦略を変更するようなプログラムを実現して、人のようにプレイするプログラムの構築を目指した。このような研究を通じて、人間のように思考する人工知能や、ヒトと親和性の高いコンピュータの設計原理にも迫れるものと考えられる。近年、コンピュータ将棋に代表されるゲームソフトの研究は、急速な発展を遂げている。しかし、今後は、単に強いだけでなく、人が対戦して楽しめるゲームソフトの開発にも大きな期待が寄せられている。

研究成果の概要(英文)：Computer Daihinmin involves playing Daihinmin, a popular card game in Japan, by using a player program. Because strong player programs of Computer Daihinmin use machine-learning techniques, such as the Monte Carlo method, predicting the program's behavior is difficult. In this study, we extract the features of the player program through decision tree analysis. The features of programs are extracted by generating decision trees based on three types of viewpoints. To show the validity of our method, computer experiments were conducted. We applied our method to three programs with relatively obvious behaviors, and we confirmed that the extracted features were correct by observing real behaviors of the programs.

研究分野：人間情報学

キーワード：知識発見とデータマイニング ゲーム情報学

1. 研究開始当初の背景

(1) 2016年1月、Google傘下のディープマインド社が開発したアルファ碁という囲碁ソフトが、韓国のトップ棋士を破ったというニュースが大きな注目を集めた。1997年に、IBM社が開発したスーパーコンピュータ、ディープブルーがチェスのロシア人チャンピオン、カスパロフを破った頃には、囲碁でコンピュータが人間に勝利するのは、まだまだ、先のことだと考えられていた。というのは、先の展開を読んで指し手の良さを評価する作業が、チェスと比較すれば、囲碁は各段に難しいと考えられてきたからだ。その予想に反し、コンピュータ囲碁にこのような急展開がもたらされたのは、深層学習(ディープラーニング)という機械学習法が用いられたことによる。

(2) これまでに実験研究が行われてきたゲーム理論の対象は、ほとんどが2人完全情報ゲームであるが、アルファ碁の出現によって、その方面の研究は収束しつつある。一方、人間の社会活動をモデル化した多人数不完全情報ゲームに関する研究は、ほとんど行われてこなかった。麻雀やポーカー等の多人数不完全情報ゲームにおいては、プレイヤーに情報がすべて開示されないため、そのことでギャンブルが可能となる。また、それらのゲームには将棋ほど多数の定石もなく、試合結果がランダム性に強く影響されるために、研究展開の方法が見いだしにくかった。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、人間の熟達者のように相手の指し手を予測して、裏をかくようなプレイを行うプログラムの実現を目指す。そのために、種々のデータマイニング手法を用いた、多人数不完全情報ゲームの分析手法を確立することを目的とする。具体的には、人やプログラムによるカードゲーム(大貧民)のプレイを、決定木やニューラルネットを用いてモデル化し、プレイの再現や予測を試みる。人の熟達者を模した提案プログラムは、以下の手順でプレイを行う。

- a) クラスタ分析：人やプログラムによる、大貧民のプレイの膨大な対戦記録(ログ)を用いてプレイヤーのクラスタリングを行い、対戦相手の全体的な特徴を把握する。
- b) 決定木分析：大貧民のプレイの膨大なログから、プレイヤーの戦略の論理構造を決定木として生成し、その決定木からプレイヤーのルール(プレイの癖)を抽出する。

(2) 大貧民プログラム全体の挙動を対戦ログから学習しようとしても、精度の良い学習が行えないことが予備実験から判明している。そのため、上記 a), b) において、まず、対戦相手の全体的傾向(モンテカルロ法やヒューリスティクスを使用しているかなど)を知り、また、ジョーカー等の特徴的なカードの出し方(プレイの癖)を把握してから、深層学習すべき局面を決めて学習を行うと、対戦相手の特徴的な指し手の裏をかくことができるようになる。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、多人数不完全情報ゲームのプレイを再現・予測するために、データマイニングの手法を用いて適切なモデルを構築する。具体的には、カードゲームの大貧民を題材として、クラスター分析、決定木分析、深層学習を用いてモデルを構築し、人間やプログラムの動作を再現するための網羅的な事例研究を行う。

(2) 29年度には、大貧民のプレイの膨大なログから、1) クラスタリングを用いてプレイヤーの特徴を分類し、30年度と31年度に、2) 決定木を用いてプレイヤーのルールを抽出し、3) ニューラルネットを用いてプレイの再現や予測を行う。さらに、1)~3)の手法によって得られた結果をもとにプレイヤーのモデルを構築し、多人数不完全情報ゲームである大貧民を人の熟達者のようにプレイするプログラムを構築する。

4. 研究成果

(1) 政治・経済・社会などにおける現実問題を人間が解決する場面では、周囲の状況に関する完全な情報を得ることはできず、各プレイヤーの行動の結果には不特定多数の他人の行動が影響している。したがって、多人数不完全情報ゲームにおける各プレイヤーの情報処理をモデル化することにより、人間の意思決定プロセスの解析が可能になるものと期待される。そこで本研究では、多人数不完全情報ゲームの一つである大貧民というトランプゲームを取り上げた。電気通信大学では、大貧民のプレイヤーに相当する対戦プログラムを参加者が持ち寄って、その強さを競う UEC コンピュータ大貧民大会[4,5] が毎年開催されており、この大会が契機となって多人数不完全情報ゲームの研究が盛んに行われるようになった。本研究では、コンピュータ大貧民の実際の対戦記録(ログ)からプログラムの挙動を抽出し、プログラムの戦略や内部パラメータを機械学習によって決定する手法を研究した。

(2) 大貧民は、配られるカードが毎回異なることや、カードの出し方が非常に豊富であることから、対戦回数をいくら増やしたところで特徴量抽出に十分なデータを集めることは困難である。そこで、大貧民プログラムの指し手を十数種の記号で表現できるように抽象化し、カードを出す順番を簡略化された記号列によって表現することで、特徴量抽出に足るデータ数を得られるようにした。そこで使用される指し手の記号列表記では、基本的に、場に出されるカードは、何らかの1つの記号で表現される。複数枚のカードの組は、適当な記号列で表現する。例えば、記号 s が「縛り」を表し、記号 j が「ジョーカー」を、記号 e が「2のペア」をそれぞれ表すとき、「縛りになる2のペア出しをジョーカー含んで出した」場合には sej と表現される。このような記号列により、大貧民の対戦記録を表現する。このようにして生成された大量の記号列を対戦記録(ログ)と呼び、このビッグデータに対して、以下で述べるようなデータマイニングの手法を適用した。

(3) n-gram 統計とは、言語モデルのひとつであり、単語や文字の系列内の隣接する n 個の要素列の種類や出現確率に着目する手法である。n-gram 統計は、自然言語処理の分野において用いられることが多い。手番がプレイヤー間を順に回るようなゲームにおいては、ゲームの進行を履歴として記述でき、n-gram 統計を適用することが可能である。n-gram 統計をゲームへ応用することにより、局面を限定する必要がなく、また、長さの異なる手順を抽出することが可能となり、プレイヤーが無意識に行っている行動選択などの定型手順の獲

得が期待できる。

本研究では、代表的な距離概念であるユークリッド距離、マンハッタン距離、チェビシェフ距離の3種の距離を分析に用いた。算出されたこれらの距離を用いて、層的クラスター分析の代表的な手法であるウォード法を用いて分析を行った。ウォード法はクラスターの各値からその質量中心までの距離の二乗の総和を最小化する手法である。本手法により、特徴の近い大貧民プログラム同士の分類を行った。

(4) 決定木とは、データの分類説明をノード(頂点)で、分析結果をリーフ(葉)で表現する木構造の概念表記である。決定木の各ノードにはそこからの分岐条件が示され、データは次のノード、もしくはリーフへと引き渡される。リーフはそれ以上分岐する必要がない最終的な分類を表す。この木構造を別な形式で表現すると、IF THEN 形式のルールが得られる。決定木ではこの IF THEN 形式によって分類の分岐条件を説明してくれるため、分類に対する理解を得やすいという性質がある。

決定木を生成するための分類手法、分類基準には、ジニ係数、もしくは情報理論におけるエントロピーが良く用いられる。エントロピーという用語は、情報科学分野では、情報量を測るための概念として位置付けられている。決定木の各ノードにおける分岐条件の順番を上手く調整して、早くリーフに到着できるようにすること、すなわち、概念のエントロピーを高速に減少させるようにすることで、決定木を構成するアルゴリズムとして C4.5 等が知られている。

上述の大貧民の対戦ログから、C4.5 等のアルゴリズムを用いて大貧民プログラムの戦略を表現する決定木を生成した。その分析結果は木構造で分かりやすいので、大貧民の戦略を理解しやすくなる。さらに、その結果から、各プログラムのプレイのルールを抽出した。例えば、「場にカードが出ていない状態で、ダイヤの3とクローバーの3を手札として持っていれば、その2枚のペアを場に提出する」というようなルールを抽出することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masato Konishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino, Mitsuo Wakatsuki	4. 巻 Vol.6
2. 論文標題 A decision tree analysis of a multi-player card game with imperfect information	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Software Innovation	6. 最初と最後の頁 pp.1-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seiya Okubo, Yuuta Kado, Yamato Takeuchi, Mitsuo Wakatsuki, Tetsuro Nishino	4. 巻 Vol.7
2. 論文標題 Toward a statistical characterization of Computer Daihinmin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Software Innovation	6. 最初と最後の頁 pp.63-79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masato Konishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino, Mitsuo Wakatsuki	4. 巻 727
2. 論文標題 Decision tree analysis in game informatics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Computing & Information Technology	6. 最初と最後の頁 13-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Mitsuo Wakatsuki, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino
2. 発表標題 Route search method for autonomous mobile robots using machine learning
3. 学会等名 31th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiya Okubo, Yuuta Kado, Yamato Takeuchi, Mitsuo Wakatsuki, Tetsuro Nishino
2. 発表標題 Toward a statistical analysis of computer Daihinmin
3. 学会等名 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsuo Wakatsuki, Yasuki Dobashi, Tasuku Mitsuishi, Seiya Okubo, Tetsuro Nishino
2. 発表標題 Strengthening methods of computer Daihinmin programs
3. 学会等名 30th International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering (CAINE 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔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