

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 16 日現在

機関番号: 17104

研究種目: 基盤研究(C)

研究期間: 2009 ~ 2011

課題番号: 21500144

研究課題名(和文) 言語モデルと数理モデルを用いた思考ゲームの記述に関する研究

研究課題名(英文) Description of Intelligent Games using Language and Mathematical Models

研究代表者

中村 貞吾(NAKAMURA TEIGO)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授

研究者番号: 40198221

研究成果の概要(和文): 棋譜中の着手に対して, 着点の盤上の絶対位置, 直前の相手方の着手からの相対位置, 着点の周囲の配石状況の3つの観点からの特徴を用いて符号化して棋譜テキストを作成し, n-gram に基づく確率的言語モデルを構築した. このモデルは, 最善手の予測だけでなく, 次善手の候補着手数の削減や観戦記で解説対象となる着手の判別にも有効であることがわかった. また, 人間の棋風を形成する要因を分析し, 各棋風間で有意差のある特徴要素を見つけた.

研究成果の概要(英文): We characterized the feature of moves from the following three aspects: (a) absolute board position of the move, (b) relative board position from the previous opponent's move, (c) surrounding configuration of the move, and encoded the game records into text characters. We constructed an n-gram model from the texts and showed that the model can be used not only for move prediction but also for reducing the number of second best moves and discriminating moves for commentary. We analyzed some typical playing styles of human Go players and found some factors with significant difference between different playing styles.

交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野: 総合領域

科研費の分科・細目: 情報学・知能情報学

キーワード: 知能情報処理

1. 研究開始当初の背景

(1) チェスコンピュータ Deep Blue が人間のチャンピオンを破ったビッグニュース

からはや10余年が経過した。現在では、将棋プログラムも順調に歩を進めており、こちらもあと5年ほどで頂点に立つだろうと予想されている。これらの成功は、高性能の計算

機ハードウェアに支えられた高速な探索などのいわゆる計算機科学上の技術の成果であることはもちろんであるが、その中には、人工知能研究によって見いだされた技術も多く、これらの下地があってこそ成功だと言える。思考ゲーム研究の今後のターゲットとなる囲碁は、基本的に広大な盤面のどこにでも打てるという着手の自由度と、個々の石には区別がなく、盤上で他の石との位置関係から役割が決まり、その役割は局面の進行とともに変化していくことに起因する局面評価の困難さのため、力技の探索だけではとうてい太刀打ちできない。最近では、モンテカルロ碁と呼ばれるシミュレーションに基づいた局面評価を行うアプローチが成功をおさめ、囲碁プログラムも急速な進歩を見せてはいるが、それでもなお、頂点を極めるためには、探索の高速化だけでは不十分であり、人間の思考形態を模倣するアプローチが必要とされると考える。

(2) 前述したように、囲碁は、チェスや将棋とちがって個々の石に先験的な役割が定まっていなため、プレイヤーは石の配置や周囲の状況によって石群の役割を識別する必要がある。人間はこれを言葉を用いて認識し、着手においても言語レベルの思考を行っているということがこれまでの研究により明らかにされている。また、囲碁は別名「手談」とも呼ばれるように、対局は着手を通じたコミュニケーションであるとみなすことができ、ゲームの持つ言語的側面を解明することは、ゲーム研究自体の発展にとどまらず、さまざまなメディアを通じたヒューマンコミュニケーション研究の発展にも寄与するはずである。

(3) こうした認知的科学的な手法が待望される一方で、組合せゲーム理論を用いた数理的な手法も知的ゲームの解析に重要な役割を果たしている。特に、Berlekamp らが行った囲碁の終局面付近でのヨセの研究では、「先手/後手」といった概念を数学的に定式化し、プロ棋士も誤るような問題を見事に解決するなどの素晴らしい成果が示されている。しかし、この手法を一般の局面に対して適用するためには、部分局面間の相互作用の影響の解決や、繰返し構造を持つ局面の解析など課題は山積している。また、数理的手法によって解析された結果を人間が理解するためには、個々の手法を相互に補間し統合するモデルが望まれる。

2. 研究の目的

(1) 対戦型思考ゲームをプレイする際、プ

レイヤは相手の着手からその意図や戦略を見出しそれに応じて着手を行っており、対局は着手を通じた言語的コミュニケーションであると考えられる。本研究は、思考ゲームの中でも特に囲碁を対象として、一局のゲームを言語的側面から捉えて記述する言語モデルを作成し、思考ゲームと言語との関わりを明らかにするとともに、数理的な解析から得られた局面評価に基づいた意味を与えることを目的とする

(2) 本研究で作成する言語モデルは、盤面認識や着手候補選出などゲームプレイシステムの中核として利用できるのみならず、ゲーム記述言語と自然言語との相互変換を通じて、棋譜からの解説文生成や自然言語で記述された特徴による棋譜検索など、思考ゲームに関する自然言語システムへの幅広い応用が考えられる。特に、この言語モデルを基礎として、言語を通じたゲームの理解や学習をサポートするシステムを作成することは、高齢者などのリフレッシュ教育という観点からみても社会的貢献は大きい。そして、さらには、言語以外の分野における人間の言語的思考過程の解明へ発展することも期待される。

(3) 本研究で作成する言語モデルには、これまでに蓄積されてきた言語処理技術だけではなく、表現の持つ意味や役割をより柔軟に扱う枠組みが必要となる。自然言語処理技術が長期にわたって少しずつ進歩してきたように、それは一朝一夕に実現できるものではないが、ゲームと言語を結びつける本研究の成果は、ゲーム情報学における基礎技術の発展と言語を通じたゲームの学習・理解という社会的貢献の両面において重要であると考える。

3. 研究の方法

(1) 一局のゲームは「棋譜」を用いて記述され、棋譜には、石の配置などの静的局面情報や着手系列によって局面がどう変化していったかなどゲームの進行に関する情報が全て含まれている。この棋譜は個々の着手が符号化された「テキスト」であるとみなすことができるので、この「棋譜テキスト」に対して適切な言語モデルを作成することが本研究の第一の課題である。そのためには、棋譜テキスト中で使用される表現単位を適切に設定し、その単位同士を結合する構文規則や文脈規則などを規定することが必要となる。

(2) 自然言語テキストでは、意味を担う最

小の表現単位を「単語」とし、それらが構文的、意味的に結合されて「句、文、段落、文章」が構成されるというモデルが長い年月をかけて構築されてきた。棋譜テキストにおいては、「1手の着手」および「(定石や手筋などの)複数手からなる部分的着手列」を基本単位として、これらがどのように結合されて全局的な作戦を反映する着手系列となりえるのか、そして、それがどのようにして対戦相手との着手を通じた対話を構成するのかをモデル化しなければならない。そして、得られた局面単位の構造に対して組合せゲーム理論を適用する際の局面間の相互作用に関する制約を明らかにし、これを言語モデルの構文規則中に記述することで、与えられた一般の局面に対する解析を可能にする。

4. 研究成果

(1) 囲碁では、個々の石には先験的な役割がなく、周辺の状況や局面の進行状況に応じて石の役割が定まるため、

- (A) 着点の盤面上の絶対位置、
- (B) 直前の相手方の着手と現在の着手との位置関係、
- (C) 着点の周囲の配石状況

の3つの観点から着手を特徴づけて符号化した棋譜テキストを構成する。

約2万局のプロ棋士の棋譜を符号化して得られた棋譜テキストに対して、n-gramに基づく確率的言語モデルを構築し、それを用いた着手予測実験を行なった結果、1位正解率約35%、10位以内の正解率約72%を達成した。また、囲碁は、最善手以外にも多くの次善手が存在すると言われているが、この確率モデルを用いることによって、次善手の候補着手を減少させることができた。そして、着手に対する評価値の分布が、棋譜中の着手の解説を行なう際の解説対象の着手の発見に利用できる可能性を示した。

(2) 人間が思考ゲームをプレイする際には、個人の好みや癖などが棋風として現われる。しかし、囲碁においては、例えば、実利派や模様派などの代表的な棋風が存在するが、これらの棋風がどのような特徴によってもたらされているかは不明であり、その定義は曖昧である。そこで、棋風をもたらす着手の特徴を見出すために、これまでの知識主導型の対局囲碁プログラムで用いられてきた囲碁知識を調査し、その中から棋風に関係すると思われる要素として、

- ・盤上における着手の位置
- ・獲得を狙う領域の相対的な位置関係
- ・攻撃/防御に対する積極性

の3種類の特徴に着目した。そして、囲碁における代表的な棋風であると考えられる(A) 模様・厚み派、(B) 実利派、(C) 好戦派の3種類の棋風に対して、その特徴が強いと考えられる棋士の棋譜をグルーピングし、棋譜中の個々の着手の特徴の分析を行なった。その結果、各棋風間で有意差のある特徴要素として、盤端・隅との距離、相手の石との相対的な位置関係など、いくつかの特徴を発見した。

(3) 囲碁の棋譜解説の実現を考えた場合、棋譜中の個々の着手の中でどの着手に注目して解説すべきであるか、また、それがどのような性質の着手であるかを理解する必要がある。例えば、仮にある着手が最善手であったとしても、それが自明な着手であれば、特に取り立てて解説すべき好手であるとはいえない。つまり、好手の中でも解説すべき好手とそうでない好手の区別が存在する。そこで、n-gramに基づく確率言語モデルを用いた着手予測結果と、モンテカルロシミュレーションに基づく局面評価結果を対照させ、観戦記の付随する棋譜中の個々の着手の分類を行なった結果、局面評価値が高く、かつ、着手予測順位の低い着手が、観戦記において好手とされている傾向が強いことがわかった。図1にn-gramモデルを用いた着手予測の順位と棋譜中の着手の好手/悪手との関係性を示す。

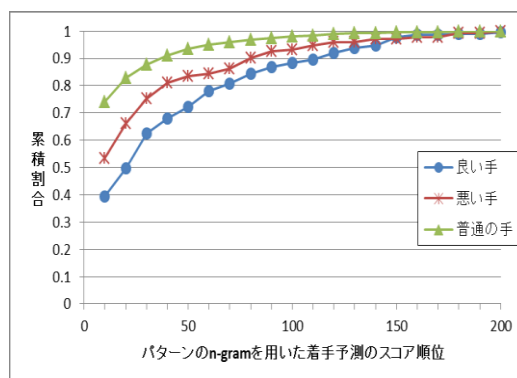


図1：n-gramを用いた着手予測と着手との関係性

(4) 組合せゲーム理論に基づく囲碁局面の数理的解析として、Berlekampらが行なってきた最終盤のヨセ局面の解析の他に、我々は、従来より、攻合い局面の解析を行なってきた。その中で、複数の対象ブロックからなる複合的な攻合い局面の解析にも組合せゲーム理論を用いた解析が適用できることを

示していたが、今回、そのような複合的な攻め合い局面を記述するために、組合せゲーム理論のゲームの定義の中に AND/OR 結合を導入して組合せゲームを拡張することを提案した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 中西惇, 中村貞吾, “局面評価とパターンによる着手予測を用いた囲碁の好手の判別”, 第16回ゲームプログラミングワークショップ2011 論文集, 有, 1巻, 2011, pp.108-111.
- ② 渡邊裕, 中村貞吾, “囲碁 AI 作成に向けた棋風を形成する要素に関する統計的分析”, 第16回ゲームプログラミングワークショップ2011 論文集, 有, 1巻, 2011, pp.62-67.
- ③ Teigo Nakamura, “Move Prediction using n-gram Models and its Application to Commentary”, Proceedings of the 7th International Conference on Baduk, 無, Vol.1, 2010, pp.13-25.

[学会発表] (計5件)

- ① 中西惇, 中村貞吾, “囲碁棋譜における好手の判別”, 情報処理学会九州支部火の国シンポジウム2012, 2012年3月15日, 九州工業大学情報工学部(福岡県飯塚市)
- ② 中西惇, 中村貞吾, “局面評価とパターンによる着手予測を用いた囲碁の好手悪手の判別”, 第64回電気関係学会九州支部連合大会, 2011年9月26日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)
- ③ 渡邊裕, 中村貞吾, “囲碁における棋風を形成する要素に関する統計的分析”, 第64回電気関係学会九州支部連合大会, 2011年9月26日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)
- ④ Teigo Nakamura, “A Method for Analyzing Complex Go Capturing Races”, Combinatorial Game Theory Workshop 2011 (CGTW2011), 2011年1月12日, BIRS (Banff, Canada)
- ⑤ 中村貞吾, “棋譜解説を目的とした囲碁棋譜からの着手情報の抽出”, 第4回エンターテイメントと認知科学シンポジウム, 2010年3月23日, 電気通信大学(東京都調布市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 貞吾 (NAKAMURA TEIGO)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授

研究者番号: 40198221