

囲碁学習支援のための用語判定システムの提案

龐 遠豊^{1,a)} 伊藤 毅志^{1,b)}

受付日 2017年6月11日, 採録日 2018年1月15日

概要: 囲碁の認識や学習において, 囲碁用語が果たしている役割は大きい. しかし初学者が囲碁用語を覚えるのには大きな負担がかかる. 本研究では, 局面に対応する囲碁用語を自動表示するシステムを提案する. 囲碁用語には, 石の「形」だけでなく, 石の「勢い」を含む局面解析との組合せが必要なものもある. 我々は, 囲碁プログラム“Ray”の協力を得て, これらも実装した. 先行研究を参考に比較的利用頻度の高い囲碁用語を自動的に視覚的表示するシステムを実現した. その性能をプロ棋士に評価してもらったところ, プロ棋士の判断と90%を超える高い一致率を示した.

キーワード: 囲碁用語, 学習支援システム, 用語判別

Determination System of Terms for Supporting Learning Go

YUAN FENG PANG^{1,a)} TAKESHI ITO^{1,b)}

Received: June 11, 2017, Accepted: January 15, 2018

Abstract: In the recognition and learning of Go, Go terms play important roles. However, it is a big burden for beginners to memorize these terms. In this research, we propose a system for automatic display of Go terms corresponding to game records. In order to identify the terms, it needs to recognize not only the “placement” of stones but also the combination of knowledge including the “momentum” of stones. We implemented them by using the Go program “Ray”. We have realized a system that automatically displays the relatively frequently used terms. When the performance of the system was evaluated by a professional player, it showed a high matching rate over 90% against the judgment of a professional shogi player.

Keywords: Go terms, learning supporting system, determination terms

1. はじめに

アルファ碁の登場によって, ゲーム AI 研究の最後の砦といわれたコンピュータ囲碁も, 人間のトップを超えようとしている. 十分に強くなったゲーム AI の利用法の1つとして, プレイヤーの学習支援への応用が考えられる.

人は囲碁を打つ場合, 盤面を認識し, その人の持つ何らかの知識に基づいて石を打つ. 盤面を認識するときにも, その人の認識する囲碁用語の多寡によって, その理解には大きな違いが生じる. 手を選ぶときにも, 囲碁用語に対

応する着手で思考し, 次の一手を考える. 当然, 学習するときにも, 石のつながりや意味を囲碁用語という枠組みで考え学んでいく. すなわち, 囲碁を打つという行為には, 「認識」「理解」, そして「着手」, さらに「学習」に至るまで, 囲碁用語が深く関わっているといえる. 石のつながりのようなイメージ的な知識をラベル化するために, 囲碁用語が果たしている役割は大きい.

小島らは, 人間が囲碁の用語の獲得を行う理由を, 「効率的に記憶するため」と「知識の精度を上げるため」という2点に着目した [1]. そして, この仮定に基づいたパターンの知識からの用語の獲得について, 以下の3つの方法を提案した.

1. 知識に頻繁に生じる複数の石の配置を囲碁用語で置き換える (圧縮).
2. 類似した複数の知識を1つの知識にまとめる (一般化).

¹ 電気通信大学情報理工学研究所
The University of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering, Chofu, Tokyo 182-8585, Japan

a) yuanfengpang@gmail.com

b) ito@cs.uec.ac.jp

3. 一般的過ぎる知識を修正するための用語の詳細化（詳細化）.

小島らは、「圧縮」「一般化」「詳細化」という3種類の囲碁用語の獲得方法によって、囲碁の知識は取得され、精緻化されていくと考えた.

一方、これらの囲碁用語を学習することは、非常に難しい。囲碁用語を専門に解説する本も出ているが、囲碁用語とその用語に関する説明が書かれているだけで、専門書を読むだけでは、囲碁用語を実際の石の視覚的イメージと関連付けて、その意味を学習することは難しい。また、囲碁のテレビ番組や解説などでも、これら囲碁用語が飛び交っているが、それぞれの囲碁用語を丁寧に教えてくれるものは少なく、使われている用語から意味を理解して自分で概念を獲得していくしかない。いずれも初心者にとっては非常に大きな壁である。

本研究では、囲碁用語を視覚的に提示するシステムを提案することで、囲碁を学習する初心者が囲碁用語とその視覚的イメージを結びつけて学習できるシステムを提案する。

2. 関連研究

囲碁用語を読み上げてくれるシステムとしては、市販の囲碁ソフトにも搭載されている。国内最強ソフトの「天頂の囲碁」は、棋譜を入力すると着手に対応する囲碁用語を読み上げる機能がある [2]。しかし、読み上げる囲碁用語は、非常に基本的なものに限定されていて、判断が難しい囲碁用語を読み上げることは避けている。

また、囲碁用語の抽出を目指した研究としては、宍戸らの機械学習を用いた手法がある [3]。宍戸らは、囲碁の“形”を表現する単語をコンピュータに認識させるために、教師ありの機械学習を用いて、盤面と着手から単語を導く手法を提案している。学習データを収集するために、トップアマチュアを6名使って60局もの棋譜にタグを付けさせるという作業を行わせている。これは、実施するのに大きなコストがかかる。また、回収した学習データのうち、各用語の出現頻度には、大きな差が見られた。そのため、出現頻度の低い用語に対し、機械学習では精度の高い分類は困難であると考えられる。単純な位置関係を示す用語（「ケイマ」、「コスミ」など）は、座標の計算によって、比較的容易に抽出できる反面、局面の理解を必要とする用語（「カカエ」、「オサエ」など）の判断には、局所的な読みや死活判定など局面解析が必要のため、抽出は困難になる傾向も見られる。

3. 提案手法

本研究ではコンピュータ囲碁の局面認識で用いられているモンテカルロオーナーという概念を利用して、局面解析手法を提案する。モンテカルロオーナーとは、プレイアウトの最終局面の石配置を統計的手法で計算することで、盤面上

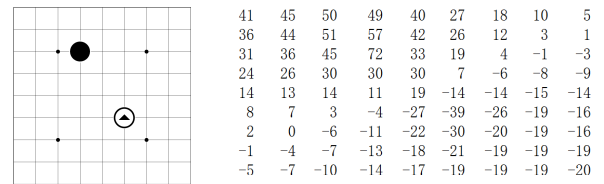


図1 モンテカルロオーナー
Fig. 1 Monte-Carlo owner.

の石の生き残る確率を示す値である [4]。モンテカルロオーナーにより、盤上のすべての点が終局時にどちらの色に属している可能性が高いのかを推察することができる。座標 p のモンテカルロオーナーの値 $MC\ Owner(p)$ は、次の式 (1), (2) で求められる。

$$P(n_i, p) = \begin{cases} 1 & (state(p) = \text{black}) \\ 0 & (state(p) = \text{blank}) \\ -1 & (state(p) = \text{white}) \end{cases} \quad (1)$$

$$MC\ Owner(p) = 100 \times \sum_{i=1}^n \frac{P(n_i, p)}{n} \quad (2)$$

n : プレイアウトの総数

n_i : i 番目のプレイアウト

$state(p)$: 座標 p の状態

$P(n_i, p)$: i 番目のプレイアウト時の点 p の状態

たとえば、図1左の局面のモンテカルロオーナーを計算すると、図1右のようなマトリックスが得られる。モンテカルロオーナーがとる範囲は+100から-100であり、-100に近いほど白地になる確率が高く、+100に近いほど黒地になる確率が高いことを意味する。このモンテカルロオーナーを用いることで局面解析を助ける情報を得ることができる。

そこで、本研究の囲碁用語の抽出では、石の位置関係と囲碁プログラム「Ray」のモンテカルロシミュレーションを用いて計算したモンテカルロオーナーの結果を合わせることで局面解析を行い、判別が難しい囲碁用語の抽出を可能にする手法を提案する。さらには、その石の関係を視覚的に表示することで、囲碁用語の獲得を支援するシステムの実現を目指す。

なお、「Ray」は小林祐樹氏により開発された囲碁プログラムであり、インターネットを利用したネット碁対局サイトKGSでは二段程度の実力のプログラムである [5]。KGSにおける二段という棋力は、日本の道場では一般にアマチュア三段から四段程度の棋力であることが知られており、初心者向けの囲碁用語の判定をするためには十分な棋力であると想定できる。「Ray」はネット上で公開されているが [6]、開発者に直接連絡して、本研究での使用についての許諾を得ている。

4. 対象とする囲碁用語とその分類

対象とする囲碁用語としては、実用性から出現頻度が比

較の高いものから優先する必要があると考えた。宍戸らの先行研究では、トップアマチュアを6名使い60局の棋譜、総手数11526手の局面に対する囲碁用語を調べている。

これらの用語の中から、「ツケ」、「トビツケ」、「ハサミツケ」など類似の用語を同一のものとして分類し直したものが表1である。なお、表1の中の「点」とは、盤上の絶対的位置としての「星」「天元」「小目」「目はずし」「高目」「三々」を指す。本研究では、この表1から、出現比率の高いものから順に、出現比率0.5%以上のもの36個の用語を対象とすることにした。

これらの囲碁用語を見ると、単純に石の位置関係のみで表現できるものと、石の勢力や死活判定、地の推定などといった局面解析を必要とするものに分類されることが確認された。以下では、それぞれの分類について、説明する。

表1 囲碁用語と出現比率 (宍戸ら, 2015より引用)

Table 1 Terms and the appearance ratio.

囲碁用語	出現比率	囲碁用語	出現比率	囲碁用語	出現比率
ツギ(4種)	14.04%	ヒラキ	1.81%	ボウシ	0.54%
オサエ	9.21%	ブツカリ	1.76%	ワリコミ	0.54%
ハネ(2種)	8.74%	ハイ	1.67%	カタ	0.43%
アタリ	7.18%	ヒキ	1.67%	ソイ	0.40%
ツケ(4種)	5.81%	カカリ(2種)	1.47%	ナラビ	0.40%
ノビ(2種)	5.77%	ニゲ	1.21%	カド	0.38%
デ(2種)	5.47%	カカエ	1.17%	ホウリコミ	0.31%
ヌキ(3種)	5.15%	フクレ	1.07%	オキ	0.30%
トビ	4.99%	アテコミ	0.88%	ハザマ	0.23%
キリ	4.61%	ツメ(2種)	0.84%	ツケコシ	0.17%
ケイマ(2種)	3.67%	ハサミ(2種)	0.79%	ハネコミ	0.16%
コスミ	3.05%	グズミ	0.76%	サシコミ	0.16%
点(6種)	2.67%	ワタリ	0.69%	ワリタチ	0.14%
オシ	2.62%	シマリ	0.57%	トビコミ	0.09%
ノゾキ	2.56%	カケ	0.57%	ヘコミ	0.05%
サガリ(2種)	2.28%	ウチコミ	0.56%	ゲタ	0.03%
マガリ	2.18%	スベリ	0.56%		

表2 囲碁用語の位置関係による分類

Table 2 Categorization by positional relation of Go terms.

絶対位置	自分の石同士の関係	自分と相手の石の関係					その他
		1対1	1対2	2対1	3対1	2対2以上	
点	トビ	ツケ	デ	オシ	カカエ	キリ	アタリ
(星、天元、小目、目はずし、高目、三々)	コスミ	カカリ	ノゾキ	ハサミ	マガリ	スベリ	ヌキ
	ケイマ	ツメ	ウチコミ	カケ	フクレ	ニゲ	
	ツギ	ボウシ	アテコミ	ハネ	グズミ	ワタリ	
	ヒラキ		ワリコミ	ハイ			
	ヒキ			ブツカリ			
	ノビ			オサエ			
	シマリ						
	サガリ						

表3 囲碁用語と必要となる局面解析の対応関係

Table 3 Coincidence relation between term and board analysis.

囲碁用語	必要な囲碁局面の解析
ヒラキ	b), c)
シマリ	c)
ウチコミ	a), c)
カケ	c)
ハサミ	a), c)
オサエ	b)
カカエ	a)
スベリ	b), c)
ヒキ	a)
ノゾキ	b)
ケイマ	a)

4.1 位置関係による分類

対象とする用語を位置関係により分類した。大別すると表2のように以下の4つに分けられる。

- 1) 石の絶対位置…「天元」「星」「小目」などの囲碁盤面上の絶対的な位置を表す用語。
- 2) 自分の石どうしとの関係…「トビ」「コスミ」など、自分の石の相対的な位置関係を表す用語。
- 3) 自分の石と相手の石との相対的な関係…「ツケ」「デ」「ハサミ」など、自分の石と相手の石との相対的な位置関係を表す用語。
- 4) その他…「アタリ」「ヌキ」など、直接的な相手の石を捕獲に関連する用語。

4.2 局面の解析対象による分類

研究で対象とする36個の用語の中で、上述の位置関係だけで表現できない用語が11個あった。これらの囲碁用語を判別するためには、局面の解析が必要となる。そこで、必要となる囲碁局面の解析内容をもとに、以下の3種類に分類した。

- a) 石の死活判定：特定の石に関する死活判定。
- b) 列の進出の判定：特定の縦横線に対し、石がその線に沿って進出しているか否かに関わる判定。
- c) 地の所属の推定：特定の範囲に対し、その地がどちらの地になる可能性が高いかに関わる推定。

プロ棋士へのインタビューなども行って、囲碁用語と必要となる局面解析の対応関係をまとめたものを表3に示す。

5. 提案システム

5.1 システムの概要

提案システムは、図2のように、大別すると「用語抽出部」「用語表示部」の2つの部分から構成される。

提案システムに、GOGUIという囲碁のユーザインタフェースにより、棋譜という形で局面とそれに対する着手が入力されると、石の絶対的な位置、および石のつながり

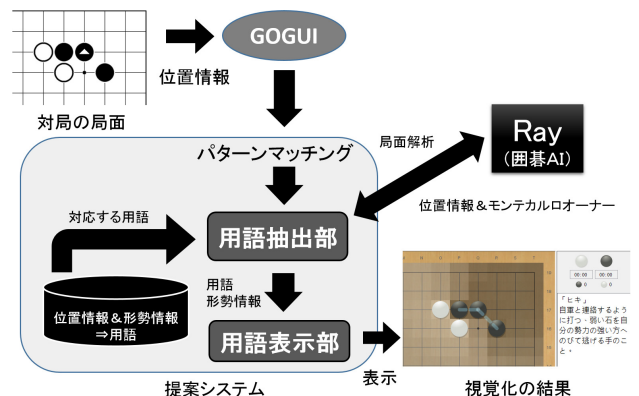


図2 提案システムの概要

Fig. 2 Outline of the proposed system.

表 4 囲碁用語と石の死活判定の対応関係

Table 4 Relation between term and board analysis of stone.

	入力	成立条件
ウチコミ	打ち込んだ石の位置	「無条件生」
ハサミ	ハサミ起始石の位置	「無条件生」
カカエ	抱えられた石の位置	「無条件死」
ヒキ	ヒキ起始石の位置	「無条件生」
ケイマ	ケイマ起始石の位置	「無条件生」

や相対的な位置関係がルールベースによるパターンマッチングで判断される。それと同時に囲碁プログラム「Ray」が呼び出され、モンテカルロオーナの値が与えられる。用語抽出部では、これらの情報に基づいて局面解析を行い、対応する囲碁用語が同定される。囲碁用語が同定されれば、用語表示部では、確定した囲碁用語に対応する視覚的な表示を実現していく。以下では各部について詳しく説明する。

5.2 用語抽出部

囲碁用語抽出部では、石の位置関係と囲碁プログラム「Ray」のモンテカルロオーナの値を合わせて、局面解析が行われ、対応する囲碁用語が抽出される。石の位置関係のみからルールベースによって用語が判別されるものと、局面解析による分類が必要とされる用語の2種類がある。ここでは、本研究で重要な局面解析として、「石の死活判定」、「列の進出の判定」、「地の所属の推定」の3種類を用いた用語判別について、それぞれ説明する。

5.2.1 石の死活判定

特定の石の死活判定は、「無条件生き」「無条件死」「先手で死」の3つに分けられる。判定方法は、以下のように2段階に分けて行われる。

段階1: 自分の手番であるとして、ある相手の石が殺せそうかどうかを判定する。その石が殺せそうかどうかは、打った後のその位置のモンテカルロオーナの値を調べて、その符号で判定する。自分の手番でも相手の地になる確率が高ければ（相手の色の符号と一致）「無条件生き」と判定される。そうでなければ（自分の色の符号と一致）、段階2に進む。

段階2: 次に相手の手番だとして、その石が生きるかどうかを調べてみる。相手の手番でも自分の地になる確率（自分の色の符号と一致）が高ければ、「無条件死」と判定される。相手の手番で、相手の地になると判断された場合は、自分の手番なら死なので「先手で死」と判断される。

判定メソッドは、以下ようになる。

判定条件：判定する石の位置。

判定結果：判定する石の死活状態。

表3にあげた囲碁用語に対応する石の死活判定に必要な入力とその成立条件をまとめたものを表4に示す。

図3の局面を例にあげて、丸印の付いた黒石の死活を判定してみよう。白番であるとして、モンテカルロオーナ

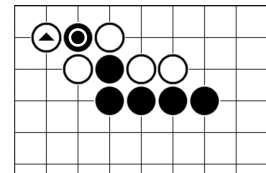


図 3 石の死活判定を用いたカカエの判定

Fig. 3 Determination of KAKAE by using judgement of life or death on independent stones.

表 5 囲碁用語と列の進出判定の対応関係

Table 5 Relation between term and board analysis of line.

	入力1	入力2	成立条件
ヒラキ	ヒラキ終了石の位置	ヒラキ所在の線	「進出」
オサエ	オサエられた石の位置	オサエ石とオサエられた石の線	「進出」
スベリ	スベリ終了石の位置	スベリ所在の線	「進出」
ノゾキ	ノゾキ石の位置	のぞかれた所在の垂直線	「非進出」

の値を調べてみると、-56となり、白地になる確率が高い（白の色の符号と一致）と判断され、段階2に進む。段階2では、黒番であるとして、モンテカルロオーナの値を調べる。それでも-14と白地になる確率が高い（白の色の符号と一致）ので、「無条件死」と判断される。

位置情報のみから判定すると、図3の三角の白の着手に対応している囲碁用語は「カカエ」か「アタリ」である。「カカエ」の定義は「だきかかえるように相手の1子を取り込む形。相手の石をほぼ逃げられない形にする手のこと」とされている。そのため、「カカエ」を判定するためには、だきかかえられた丸印の黒石の死活判定が必要となる。だきかかえられた石が「無条件死」の場合、白の着手は「カカエ」であると判定され、それ以外の場合は単なる「アタリ」と判定されるべきである。図3の黒石は「無条件死」と判定されるため、ここの白の着手は「カカエ」と判定される。

5.2.2 列の進出の判定

盤上のモンテカルロオーナの値は、1手着手するごとに变化する。列の進出とは基本的に石の強い勢力から、弱い勢力に侵入するため、進出先のモンテカルロオーナの変化は進出元のより激しくなると考えられる。判定する線に沿って、その石の位置からその両方向の値が変化しなくなる位置、もしくは盤端まで、その変化の差分を平均し、その2つの平均値を比較することで、石が線に沿って、進出しているか否かの判定を行うことができる。その石の方向への平均値の変化の方が大きければ、進出と判定される。

判定メソッドは、以下となる。

判定条件：判定する石の位置と判定する列。

判定結果：この1手によって判定する線に沿って、進出しているかどうか。

表3にあげた囲碁用語と進出判定の局面解析の成立条件をまとめたものを表5に示す。

たとえば、図4(a)に対する(c)の黒石は水平の3線（盤の端から2番目の線）に向かって、進出しているか否かを

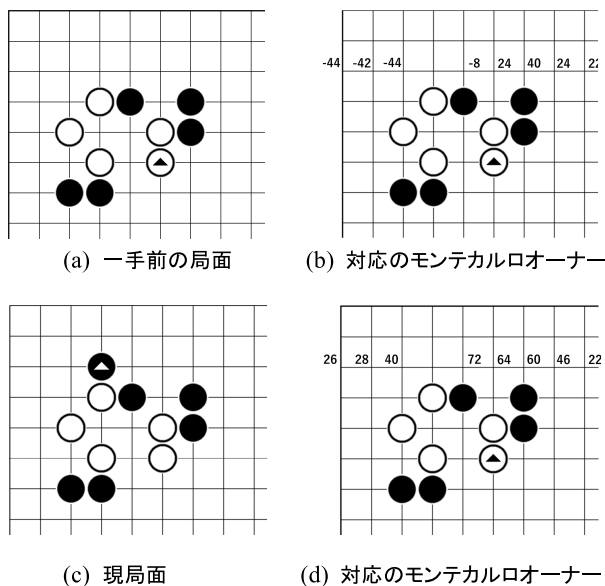


図 4 石の進出の判定

Fig. 4 Estimate the advance direction of stones.

判定するためには3線に着手の両側のモンテカルロオーナーの平均値の差分を比較することで判定できる。これもその方向への平均値の変化が大きければ、進出と判定される。

手数 te 、座標 p におけるモンテカルロオーナーの値の差分 $Diff$ は以下の関係式で求められる。

$$Diff(p, te) = MC\ Owner(p, te) - MC\ Owner(p, te - 1)$$

MC Owner(p, te): 手数 te 、座標 p のモンテカルロオーナー値

図4を例にあげて説明しよう。三角の黒石が3線に沿った進出かどうかを判定するため、3線のモンテカルロオーナーの値を調べる。このとき、調べる範囲は、盤端までか、打つ前後のモンテカルロオーナーの値の差分が0になる部分までとする。その値は(b)と(d)のように示される。(d)の局面の場合、三角の黒石を打つ前後の3線のモンテカルロオーナーの値の差分は左側が{70, 70, 84}、右側が{80, 40, 20, 22}となり、三角の黒を打つことにより、この黒石の左側の空間の平均値は右側の空間の平均値に比べて大きくなったことが分かる。これは、左側は右側の空間より黒地になる確率は高くなったことを意味している。つまり、図4の黒石は3線に沿って右側から左側へ進出していることが判定できる。

位置情報だけから判定すると、図5の三角の白の着手に対応している囲碁用語は「オサエ」や「ハネ」が考えられる。「オサエ」の定義は「相手の石が進出してくるのを止めるように打つ手。形式としてはハネの形になるもの、マガリの形になるものなどが含まれる。あくまで進出を止めるニュアンスの手段の総称」である。そのため、図5の白の1手の「オサエ」の判定には、打つ前の局面(図4(c))における黒の進出方向を調べる必要がある。黒石は3線に沿って右側から左側へ進出しようとしている。また、ここ

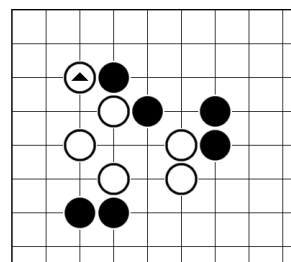


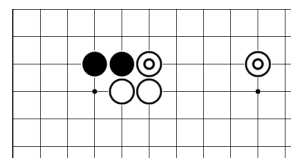
図 5 「オサエ」の判定

Fig. 5 Determination of OSAE.

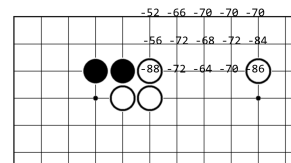
表 6 囲碁用語と所属推定の対応関係

Table 6 Relation between term and board analysis of area.

	入力	成立条件
ヒラキ	ヒラキ石と盤端構成した範囲	「所属自分」
シマリ	シマリ石と盤端構成した範囲	「所属自分」
ウチコミ	二つの相手の石と盤端構成した範囲	「所属相手」
カケ	カケ石と盤端構成した範囲	「所属自分」
ハサミ	ハサミ石と盤端構成した範囲	「所属自分」
スベリ	スベリ石と盤端構成した範囲	「所属相手」



(a)



(b)

図 6 地の所属の推定

Fig. 6 Estimation of territory ownership.

でこの白の着手はこの進出を止めているため、図5の白の着手は「オサエ」と判定される。

5.2.3 地の所属の推定

地の所属の推定は特定の範囲に対し、その地はどちらの地になる可能性が高いかに関する推定のことである。本システムでは、範囲内の地のモンテカルロオーナーの値によって、地の所属を推定する。

判定メソッドは、以下となる。

判定条件：判断を行う範囲。

判定結果：判断する範囲の所属。

表3にあげた囲碁用語と地の所属推定の局面解析の成立条件をまとめたものを表6に示す。表中の成立条件は、手を打った後の盤面で評価を行うものとする。

たとえば、図6(a)の局面で考えてみる。2つの丸の白石と辺によって構成される地の所属の判定は以下のように行われる。

近接する点のモンテカルロオーナーの値は一般に近い値を

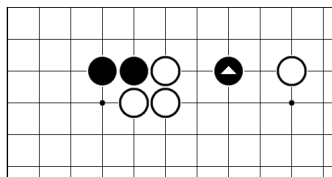


図 7 「ウチコミ」の判定
Fig. 7 Determination of UCHIKOMI.

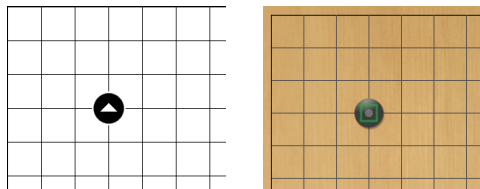


図 8 石の絶対位置を示す用語の場合
Fig. 8 When the terms show absolute position.

とる．そこである範囲の各点のモンテカルロオーナの平均値を計算することで，この範囲の所属を推定する．その平均値は以下の式で求められる．

$$\text{avg MC Owner}(p_n) = \sum_{i=1}^n \text{MC Owner}(p_n) / n$$

n : 範囲内地の総数

p_i : i 番目の座標

この数値が +100 に近いほどその範囲は黒地になる可能性が高く，-100 に近いほど白地になる可能性が高いことを表す．図 6(a) の 2 つの丸の白石と辺によって構成される地のモンテカルロオーナは図 6(b) に示すとおりである．この範囲のモンテカルロオーナの平均値は -71 であるため，白地に属していると判断される．

図 7 に示す用語「ウチコミ」の抽出には，地の所属の判定が用いられる．「ウチコミ」の定義は「辺にある相手の石の間に割って入るように，相手の模様の中に飛び込んで行く手のこと」である．図 7 の△の黒石の最寄りの相手の 2 つ石（図 6(a) 丸の白石）と辺が構成する地の所属の判定を行う．モンテカルロオーナの平均値によって，黒石はこの白の模様の中に打ち込んでいったことになるので，この黒石は「ウチコミ」と判定される．

ここであげた例のように，位置関係の情報とモンテカルロオーナの値を合わせて，局面解析を行い，判定の難しい囲碁用語の同定を実現していく．

5.3 用語表示部

用語表示部では，用語抽出部で得られた囲碁用語を 4.1 節で行った位置関係による分類にあわせて表示表現を変えて表示する．

「星」や「小目」は，独立の着手で絶対的な位置を表す用語である．このような場合は，図 8 のようにその石だけに記号を付けて表示する

自分の石どうしの関係によって意味が生じる用語の場

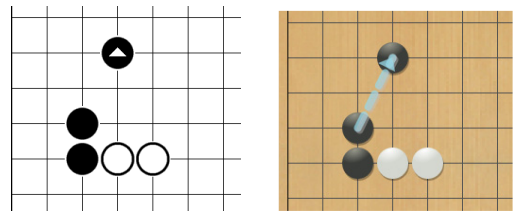


図 9 自分の石どうしの関係を示す用語の場合
Fig. 9 When the terms show the connection between own stones.

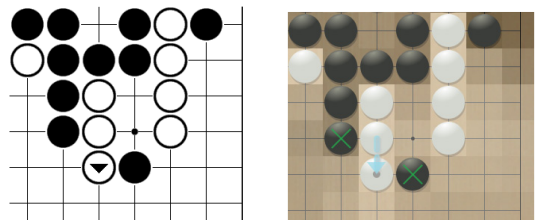


図 10 自分の石と相手の石との相対的な位置関係の場合
Fig. 10 When the terms show relation between own stones and enemy stones.

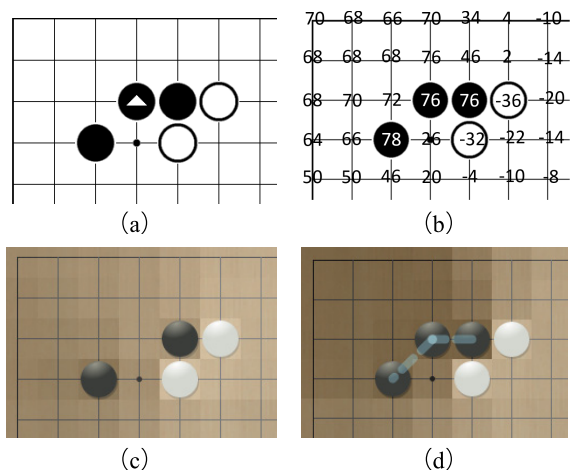


図 11 石の形勢を視覚化した例
Fig. 11 Visualization example of stone momentum.

合，たとえば，図 9 のように「ケイマ」の位置関係に意味があるような場合は，線で結んで表示する．

「デ」のように，自分の石と相手の石との相対的な位置関係によって意味が生じる場合がある．たとえば，図 10 は「デ」の例である．「デ」は相手の石の間を分断するように石が進出していく手を意味しているため，分断される相手石を記号で，分断する自分の石を線で表現することで，その意味を視覚的に表示する．

このように，線と記号を併用することで，石の位置関係，勢力などを直観的に視覚的に表示する方法を用いた．

さらに，モンテカルロオーナの値を用いて，石の勢いや形勢も視覚化を試みた．これによって，用語と石の勢いの関係を直観的に理解しやすくすることにした．

たとえば，図 11(a) の局面で，囲碁プログラム「Ray」を用いて，各点のモンテカルロオーナの値を求めると，そ

れぞれ「-100」から「100」の値として表現され、図 11 (b) のように求められる。これは、盤面左上の方が右下よりも黒地になる可能性が高いことを示している。これを白から黒に至るグレーのグラデーションを用いて、どちらの地になりやすいかを視覚的に表現したものが、図 11 (d) である。図 11 (d) に示した囲碁用語「ヒキ」の定義は「自分の陣地と連絡するように打つ、弱い石を自分の勢力の強い方へのびて逃げる手のこと」である。図 11 (d) を見ると、真ん中に打った黒石によって、右側の黒石は左側の黒石方面へ逃げると同時に、安定な石の連を形成している。その結果、隅を抑えていることが視覚的にも分かりやすい。このような視覚的な表現を加えることで、着手の意味および効果をより直観的に分かりやすくすることにした。なお、提案システムによる実際の表示画面の例は、本論文末の付録に載せているので参照されたい。表示した用語の説明文は、文献 [7] の用語集の説明を参考にした。

6. 評価実験

6.1 目的

提案システムがどの程度正確に囲碁用語を判別できているかを、プロ棋士の評価との一致率から調べる。さらに、宍戸らの先行研究のシステムの一一致率も同様に求め、提案システムの性能と比較する。

6.2 方法

評価の対象とする棋譜は、2016 年度に行われた第 64 回 NHK 杯テレビ囲碁トーナメントから、以下の 4 局を用いた。

- 1) 2 回戦第 3 局：山下敬吾九段 vs. 藤沢里菜三段
- 2) 3 回戦第 4 局：井山裕太棋聖 vs. 余正麒七段
- 3) 3 回戦第 5 局：羽根直樹九段 vs. 山下敬吾九段
- 4) 決勝：一力遼七段 vs. 井山裕太棋聖

上述の棋譜の総手数 767 手に対して、プロ棋士 2 名にすべての手に対して囲碁用語を記入するように求め、人間の熟達者の判断とすることにした。

提案システムと、池田研究室に依頼して宍戸らのシステムにも上記 4 つの棋譜を与え、囲碁用語を出力させ、プロ棋士の答えと比較することで、人間の熟達者の判断との一致率を調べた。

6.3 結果

すべての手に対して、プロ棋士 2 名の囲碁用語を比較したところ、85 手（総手数 767 手中）において、2 名の用語に齟齬が見られた。齟齬のあった手について 2 名に再度確認をとったところ、どちらの用語でも良いと判断したものは 61 手に絞られ、それ以外は、どちらか一意に意見が集約された。

そのため、システムとの比較では、プロ棋士 2 名が一致

表 7 2 つのシステムと熟達者の囲碁用語の一致率

Table 7 Matching rate between two systems and expert.

	正解数	総手数	正解率
提案システム	698	767	91.00%
宍戸らシステム	650	767	84.75%

した用語 706 手についてはそれを正解として、意見が分かれた 61 手については、プロ棋士 2 名のいずれかの答えであれば正解として、それぞれ一致率を求めることにした。

表 7 は、提案システムと宍戸らのシステムの正解率をまとめたものである。この表から、提案システムのほうが一致率が高くなっていることを確認した。

また、表 8 では、提案システムと宍戸らのシステムの各用語に対するプロ棋士との一致率を比較した。なお、各用語との一致率を比較するため、プロ棋士で意見の分かれた 61 手は分析から省いた。宍戸らのシステムに比べて、提案システムの方が正解率の良かった順にソートしてある。網掛けの用語は、本システムで局面解析を用いたものである。

2 つのシステムの結果を比較すると、提案システムの方が宍戸らのシステムに比べて、多くの用語でプロ棋士との一致率が高くなっていた。

特に、局面解析を用いた網掛けの用語を比較すると、ほとんどの用語で宍戸らのシステムを上回る一致率を得ている。

6.4 考察

特に高い一致率（100%）だった囲碁用語としては、「ハイ」、「キリ」、「ツケ」、「コスミ」などがあげられるが、これらの囲碁用語は、位置関係に関するルールベースによる判定だけでかなり正確に囲碁用語判断が実現できることが示唆された。

この表から、宍戸らのシステムに比べて、多くの用語で本システムのほうが一致率の上昇が確認された。特に網掛けの用語では、多くの用語で改善が見られた。このことから、これらの用語では、本研究で提案した囲碁 AI による局面解析の手法が有効であることが示唆された。

一方、本システムで比較的低い一致率（75%以下）だった用語としては、「ヒラキ」、「アテコミ」、「グズミ」、「ヒキ」、「カケ」、「ボウシ」などがあげられる。これらの低い一致率だった用語では、他の類似の用語と混同しているケースが多く見られた。たとえば、「ヒラキ」と「ノビ」、「アテコミ」と「ブツカリ」、「ヒキ」と「ノビ」などはそれらの良い例である。これらをより正確に判別するために、より詳しい形勢情報に基づいた判断条件を追加することが必要であるかもしれない。

「受け」、「オキ」、「メトリ」、「放り込み」などの出現率は低いため、「未導入」として本システムの対象外であったので、ここでは議論しない。

表 8 提案システムと既存システムのプロ棋士との各用語に関する一致率

Table 8 The matching rate for each term of the proposed system and existing system against professional player.

用語	手数	既存システム	提案システム	用語	手数	既存システム	提案システム
ワリコミ	2	100.00%	100.00%	アタリ	45	84.44%	93.33%
ブツカリ	11	81.82%	100.00%	トビ(2種)	29	93.10%	93.10%
フクレ	1	100.00%	100.00%	デ(2種)	32	90.63%	90.63%
ハイ	12	50.00%	100.00%	ケイマ(2種)	15	80.00%	86.67%
ノゾキ	28	85.71%	100.00%	オサエ	48	79.17%	83.33%
ヌキ(3種)	43	100.00%	100.00%	ハサミ(2種)	10	50.00%	80.00%
点(6種)	19	84.21%	100.00%	ニゲ	5	60.00%	80.00%
ツケ(4種)	33	90.91%	100.00%	マガリ	12	66.67%	75.00%
スベリ	2	100.00%	100.00%	ヒラキ	7	71.43%	71.43%
シマリ	3	66.67%	100.00%	アテコミ	3	66.67%	66.67%
コスミ	11	100.00%	100.00%	グズミ	3	100.00%	66.67%
キリ	43	100.00%	100.00%	ヒキ	7	28.57%	57.14%
カカリ(2種)	12	100.00%	100.00%	カケ	7	28.57%	57.14%
カカエ	8	50.00%	100.00%	ボウシ	2	100.00%	50.00%
ハネ(2種)	62	95.16%	98.39%	ワタリ	未出現		
オシ	31	83.87%	96.77%	ツメ(2種)	未出現		
ツギ(4種)	95	91.58%	95.79%	ウチコミ	未出現		
ノビ	37	83.78%	94.59%	未導入	12		
サガリ(2種)	16	87.50%	93.75%				

7. おわりに

本研究では、囲碁用語の分類からルールベース条件を構築し、比較的強い囲碁プログラムによる局面解析を行うことで、プロ棋士の判断に近い囲碁用語を抽出するシステムを提案した。その結果、従来のシステムに比べて、用語抽出において、改善が見られた。

また、囲碁プログラム「Ray」の形勢分析情報を活かし、形勢や地を可視化して、視覚的に直観的に囲碁用語を理解できる表示システムも実現した。囲碁用語を評価していただいたプロ棋士の方からは、おおむね実用に足る「囲碁用語表示システム」を構築できたのではないかと評価はいただいたが、この視覚化が囲碁用語の学習支援として本当に役立つかについては、今回検証に至っていない。

今後はこの学習支援としての効果を確認するために、以下の手順で検証を行っていききたい。まず、本システムの使用感について、初心者を対象に実際に使わせて予備調査を行い、インタフェースの改良を試みる。そして、改良した本システムを用いて、学習者を「用語のみを表示」する条件と「用語とともに視覚的表示も付加」する条件の2条件の学習群に分けて、学習効果の違いを比較する実験を行い、効果を検証していきたい。

また、囲碁用語のより正確な抽出方法としては、モンテカルロオーナを用いるよりも、近年注目を集めているディープラーニングを用いた局面評価の手法を用いたほうが良い可能性がある。ディープラーニングを用いたシステムの開発も検討していきたい。

謝辞 本システムを作成、評価するにあたっては、日本

棋院囲碁棋士の酒井猛九段と大橋拓文六段に多大なご協力を賜りました。この場を借りて深く御礼申し上げます。また、比較実験のために、同じ実験環境下でシステムの比較実験に協力して下さった池田研究室にも御礼申し上げます。さらに、局面評価部で用いた囲碁プログラム「Ray」を、本システムの開発のために快く提供してくれた開発者の小林祐樹氏に御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 小島琢矢, 吉川 厚: 囲碁における知識獲得と用語獲得の相互作用, 情報処理学会研究報告ゲーム情報学研究会, Vol.1999-GI-01, pp.71-78 (1999).
- [2] 天頂の囲碁 6 Zen: Windows 囲碁ソフト, マイナビ (2016).
- [3] 宍戸崇音, 池田 心, ビエノシモン: 機械学習による囲碁の着手の日本語表現, 情報処理学会研究報告ゲーム情報学研究会, Vol.2015-GI-33, No.4, pp.1-7 (2015).
- [4] Coulom, R.: Computing Elo Ratings of Move Patterns in the Game of Go, Computer Game Workshop, HAL Id: inria-00149859, pp.1-12 (2007).
- [5] The KGS Go Server, available from (https://www.gokgs.com/?locale=ja_JP).
- [6] 囲碁プログラム Ray のページ, 入手先 (<http://computer-go-ray.com/>).
- [7] 日本棋院 (編): 新・早わかり 用語小事典—読んで調べる囲碁知識, 日本棋院 (1997).

付 録

A.1 システムの実行画面

A.1.1 システムの実行画面

システムの実行画面を図 A.1, 図 A.2 に示す。

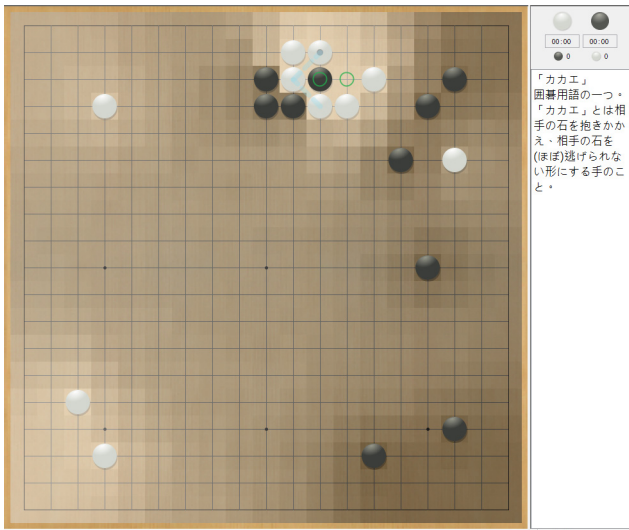


図 A-1 第 64 回 NHK 杯決勝の 20 手目の用語表示例

Fig. A-1 Example of displaying Go term at the position of 20th moves in the 64th NHK-cup final game.

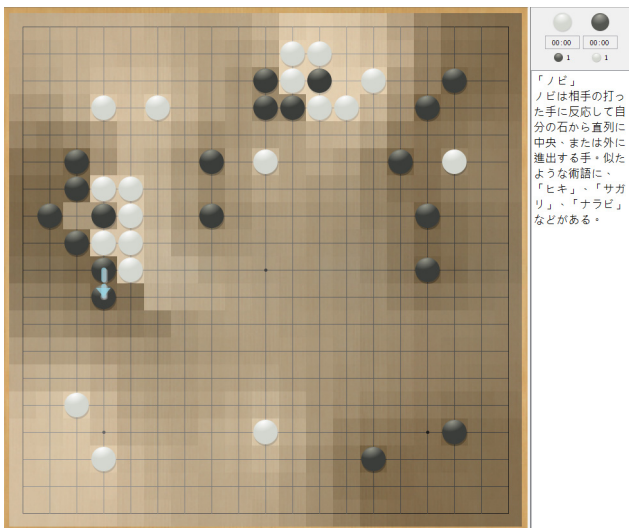


図 A-2 第 64 回 NHK 杯決勝の 41 手の用語表示例

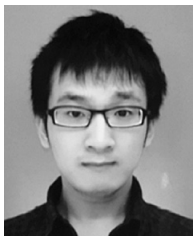
Fig. A-2 Example of displaying Go term at the position of 41st moves in the 64th NHK-cup final game.



伊藤 毅志 (正会員)

1994 年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年電気通信大学電気通信学部助手。2010 年電気通信大学情報理工学研究科助教。電気通信大学エンターテインメントと認知科学研究ステーション代表。電気通信大学人

工知能先端研究センター兼任。ゲームを題材とする認知科学的研究に従事。著書に『先を読む頭脳』(新潮社)ほか。工学博士。



龐 遠豊

1990 年生。2012 年中国南京郵電大学学部卒業、2017 年電気通信大学大学院情報理工科博士前期課程修了。現在、同大学院博士後期課程に在籍。