

差分演算を用いた囲碁プログラミング A Programming Go Using Differential Computation

吉澤 太郎

中村 克彦†

Taro Yoshizawa

Katsuhiko Nakamura

1 まえがき

強力なコンピュータ囲碁を実現するためには、局面の静的解析を高速に行うことが重要である。このためには、同色のグループやそのダメ数などの基本的パターンとパラメータを効率よく検出することが必要である。これらの処理はプレイヤーの一手ごとに必要になるだけでなく、先読みでは膨大な量の処理がくり返される。一般に、局面の一手ごとの変化は小さいので、差分計算によってその変化分のみを求める方式が有効である。

この報告では、現在開発中の囲碁プログラム Igolog の基本部分において用いられる差分計算の方法について述べる。プログラミング言語には、パターン認識などの複雑な記号処理などを簡潔に記述でき、かつ先読みにも有効なバックトラック機能をもつ言語である Prolog を使用している。

2 盤面情報の表現

Igolog では、次のような形式で盤面の情報を取り扱っている。

1. 局面の配列情報を盤と呼ぶ。石の置かれた座標にはブロックへのポイントが含まれている。空点には隣接する上下左右の座標の情報が含まれており、空点に石を打つ際にはこの情報を参照することにより、着手禁止の判定からグループの形成までの一連の処理を高速に行うことができる。
2. ブロックとは隣接した同色の石の極大集合である。ブロックにはブロック番号、ブロックを構成する石の座標、ダメの情報、グループへのポイントが含まれている。ダメとは、石と隣接した空点のことである。
3. グループとは動的に切断されることのない、同色のブロックの集合である。これを静的に扱うために、点 J が空点であるコスミ及びタケフ [図 1] で

接続されているものをグループとして扱う。より広範囲のグループを検出するためには、電荷モデルによるグループの判定 [1] を用いる。グループにはグループ番号、グループを構成するブロックへのポイント、ブロック間の接続点 J の情報などが含まれている。



図 1: コスミ [左] とタケフ [右]

3 囲碁プログラム

一般に一手打つ場合、まず着手点の周囲を見て状況を把握する必要がある。Igolog ではこれを効率の良く行うために各空点に周囲の情報が記録されている。

3.1 着手禁止点

着手禁止とは次のような場合である。

1. 石を置いたときにできるブロックのダメ数が 0。
この着手によって相手の石が取れる場合をのぞく。
2. 取り番でないコウ

3.2 ブロックの統合

着手によって統合される同色のブロックがあった場合、もっとも若いブロック番号に統合する。統合後のブロックのダメ数 L は $L = d - t - x$ で求まる。ここで、 d は各ブロックのダメ数の合計、 t は統合したブロックの数、 x はダメ同士が重なっている点の数である。

[例 1] 図 2 の場合、点 E をに黒石を打つと、ブロック A, B, C の 3 つが統合される。ブロック A, B, C のダメ数はそれぞれ 8, 6, 9, 点 E のダメ数は 1, 合計 d は 24 である。ダメ同士が重なっている (X) の数 x は 3, 統合するブロック数 t は 3, よって統合後のダメ数 L は、 $24 - 3 - 3 = 18$ と求まる。

†東京電機大学大学院理工学研究科

‡東京電機大学理工学部

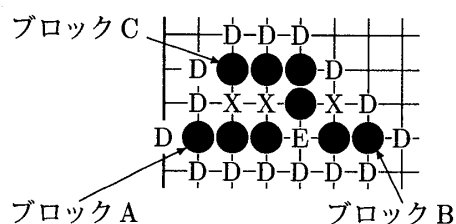


図 2: ブロックの統合

3.3 閉領域の検出

閉領域とは、同色の石に囲まれた点の極大集合である。閉領域は敵石と空点の集合であるが、すべて敵石で占めていることはないで必ず空点を含む。閉領域を求めるためには、Euler の公式を応用した目の数の推定法 [2] を用いる。任意の連結平面グラフにおいて、閉領域の個数 R は、 $R = k - n + 1 - C$ で与えられる。このとき、 k はリンクの個数、 n は石の個数、 C は閉ループ $\bullet\bullet$ の個数である。閉ループはパターンマッチングで検出できる。リンクとは 2 つの石の接続関係で、隣接、コスミ、タケフの 3 種類の接続がある。

盤面の辺や隅においては、図 3 のように盤の端にある石と仮想的な石 (earth と呼ぶ) との間にリンクがあるとみなして閉ループ数を求める。連結している複数の端の石があるときにも earth とのリンクは一つとする。

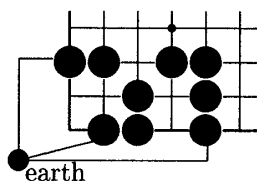


図 3: 隅のグループ

図 4 のブロック A, B 間のコスミは敵石で分断されており、グループではない。しかし点 E に黒を打つとグループとなり、同時に閉領域が生まれる。このように、分断されているコスミも、のちにグループの接続点になる可能性があるため、専用の表に記述しておき、このコスミに関わるブロックがグループとして統合されたときに、同一グループが形成されるかを調べる。

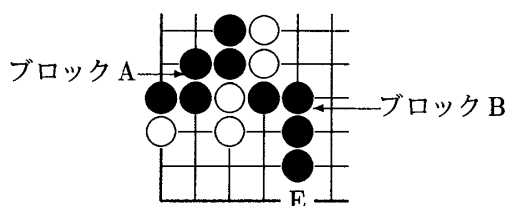


図 4: 分断されたコスミを含むグループ

Igolog ではリンクの個数、石の個数、閉ループの個数はグループの情報として記録されており、新たに同色の石が接続してきた場合、ループの個数 R は

$$R = (k + k') - (n + n') + 1 - C$$

で求まる。このとき、 k' はリンクの増加分、 n' は石の増加分である。

[例 2] 図 5 のグループ A のリンクの個数 k は 7、石の個数 n は 8、閉ループ C は 0 である (earth 含む)。いま、点 E に黒石を打つと、グループ A の石と隣接するため、E はグループ A の一部となる。増加したリンクの個数 k' は 2、増加した石の個数 n' は 1、よって変化後のループの個数は R' は $(7 + 2) - (8 + 1) + 1 - 0 = 1$ と求まる。

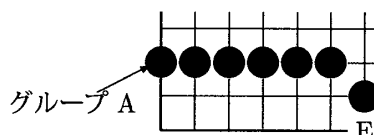


図 5: 差分演算を用いた閉領域の検出

閉領域の個数は以上の方法で検出できるが、実際にどれが閉領域であるかを効率よく決定することは難しい。これは電荷モデルによる解析 [1] によれば比較的容易に推定することができる。閉領域をもつグループの死活は、数値的な特徴にもとづく囲碁局面の解析 [1] により判定できる。

4 むすび

Prolog による囲碁プログラム Igolog の基本部分の処理方式について述べた。空点に隣接点の情報をもたせ、ブロックにダメの情報を持たせることで、ブロックの統合や閉領域の検出に差分演算を実現した。

今後の課題として、電荷モデルをもとづく局面の解析との統合、定石の実装による囲碁プログラムの実現がある。

参考文献

- [1] 中村 克彦, 木戸間 周平, 数値的な特徴にもとづく囲碁局面パタンの解析, 情報処理学会論文集 2002 年 10 月号.
- [2] Graph theoretic analyses of Go board phases, in *Games in AI Research* (eds. H.J.van den Herik and H. Iida) ISBN 90-621-6416-1 (2000).