

アニメーションによる探索アルゴリズムの可視化法

2W-5

陳 鉉淑 荒屋 真二
(福岡工業大学 情報工学部)

1. まえがき

我々は、探索過程をアニメーションによって実時間表示するシステムSALA(Search Algorithm Animation)を開発中である⁽¹⁾。本稿では、現在までに試験的にSALAに組込んだいくつかの可視化法を紹介するとともに、基本的な7種類の探索アルゴリズムの探索木成長過程について報告する。

2. 探索木成長アニメーション

探索木をノードが生成された順に逐次描画する。探索木は探索の進行とともに枝分れを繰り返しながら大きく成長してゆく。本方式の長所は、

①探索順序や探索木の形に探索法の特徴が現れる。

②解の経路表示ができる。

などである。一方、短所としては、

①探索木の深い部分は、枝が密になるので見づらい。

②評価値と探索順序の関係がわかりづらい。

などが考えられる。

短所①は樹形を3角形から半円形や円形にすることで若干改善できるが、深さ確認がしづらくなる。部分的拡大機能や仮想大画面を用いたスクロール方式もあまり有効ではない。短所②は枝あるいはノードを評価値に応じて色分けすることによって改善できた。可変ビーム探索法の場合は、ビーム探索からA*探索に切り替わったときに、枝の色を変えるとわかりやすくなった。

3. 様々なアルゴリズムの探索木成長過程の比較

紙面の都合上、アニメーション途中の複数のスナップを示すことはできないので、最終的に出来上がった探索木をもとに説明する。なお、探索問題としては8パズルを用いた。

(1) 盲目的探索法

最適解の手数が10手の問題に対して、横型探索、縦型探索、双方向横型探索を行った場合の結果をそれぞれ図1、図2、図3に示す。縦型探索が横型探索よりも少ない探索で解が見つかるが、常にそうであるとは限らない。双方向横型探索が盲目的探索の中では最も性能が良いことがわかる。

(2) 発見的探索法

ここでは8パズルの中でも最も手数のかかる31手の問題を対象とした。結果を図4、図5、図6に示す。A*は樹状に成長し、固定ビームはビーム幅に等しい数の枝だけがどんどん成長する。固定ビーム探索法では、探索時間は少ないが、最適解でない49手の解が見つかる。我々が提案して

いる可変ビーム探索法⁽²⁾は、最初は固定ビーム探索のような動きを示し、途中からA*に切り替わっている。その結果、A*よりも短時間で最適解を発見している⁽³⁾。この問題を盲目的探索で解くと時間がかかり過ぎ、また探索木も枝が重なり合って真っ黒になってしまう。

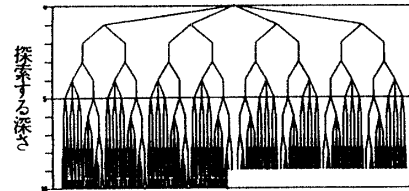


図1 横型探索法の探索木 (10手の8パズル)

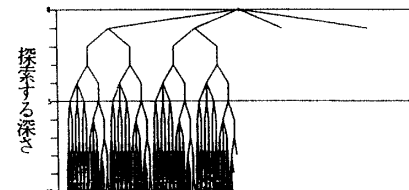


図2 縦型探索法の探索木 (10手の8パズル)

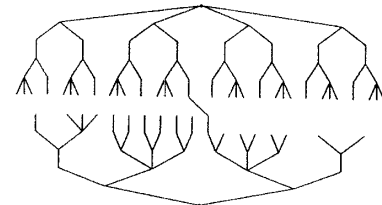


図3 双方向横型探索法の探索木 (10手の8パズル)

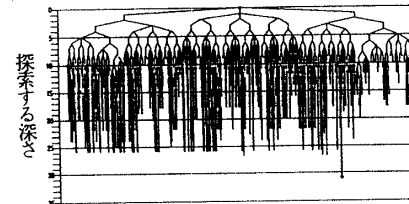


図4 A*アルゴリズムの探索木 (31手の8パズル)

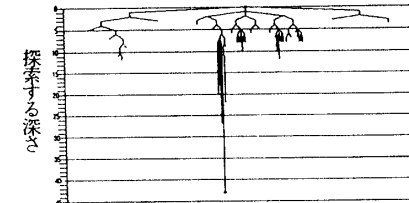


図5 固定ビーム探索法の探索木 (31手の8パズル)

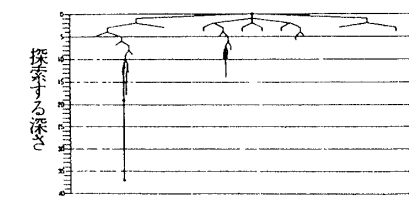


図6 可変ビーム探索法の探索木 (31手の8パズル)

Visualization of Search Algorithms by Animation

Jin Hyun Suk Shinji Araya

Faculty of Information Engineering, Fukuoka Institute of Technology

4. 座標空間におけるグラフアニメーション

探索木成長アニメーションのように、探索木の枝を一本一本描画している限り、描画時間と描画スペースの点から扱える探索木の大きさに限界が生じる。そこで、この座標空間方式では細部の不必要に正確な描画を断念し、重要な情報だけを2次元あるいは3次元座標空間にグラフとして実時間表示する。これによって描画スペースの問題を解決できるだけでなく、探索木表現では不可能だった情報が表示できるようになる。SALAでは、X,Y,Z軸に対応させる情報によって分類した、次の3種類のグラフを描画することができる。

(1) 深さ/ノード数グラフ

探索の深さごとの探索ノード数の分布を時々刻々表示するもので、探索アルゴリズムの特徴を表す独特の形状ができて上がる(図7)。A*では、解の手数の半分よりやや深い所に頂上をもつ山になる。ビーム探索では、高さ一定の低い丘になる。可変ビーム探索では、高さ一定の低い丘とその右に小さな山が発生する。

(2) 評価値/ノード数グラフ

評価値ごとの探索ノード数の分布がわかる(図8)。A*では評価値の小さいノードから順に展開されるのに対し、IDA*では評価値に関係なくバラバラに展開される様子がわかる。

(3) 深さ/ノード数/時間グラフ

各時間帯ごとの探索の深さに対する探索ノード数の分布がわかる(図9)。これはアニメーション終了後でも時間的変化が読み取れるという利点がある。オプションとして、探索ノード数を評価値やゴールまでの推定距離によって色分けすることもできる。

5. ノード配列消費アニメーション

探索ノードに関する情報を格納する配列の使用状況が時々刻々と表示される。探索中の配列用メモリの消費状況と評価値が色分けによって把握できる(図10)。

6. あとがき

探索木成長アニメーションより、各種探索法の動特性を直観的に理解できるようになった。また、探索過程の可視化は、探索特性の理解を深めるだけでなく、探索アルゴリズムの評価⁽²⁾や改良アルゴリズムの発見⁽⁴⁾にも有効であることがわかった。

参考文献

- (1) 荒屋ほか：探索アルゴリズムアニメーションシステムSALAの開発、電気関係学会九州支部連合会大会論文集(1996)
- (2) 荒屋ほか：A*アルゴリズムと固定ビーム探索法を融合した可変ビーム探索法、電気学会論文誌C, 116,5 (1996)
- (3) 荒屋ほか：SALAによる可変ビーム探索法の実験的特性解析、電気関係学会九州支部連合会大会論文集(1996)
- (4) 荒屋ほか：解の質をコントロールできる2段A*アルゴリズム、電気学会論文誌C, 117,4 (1997)

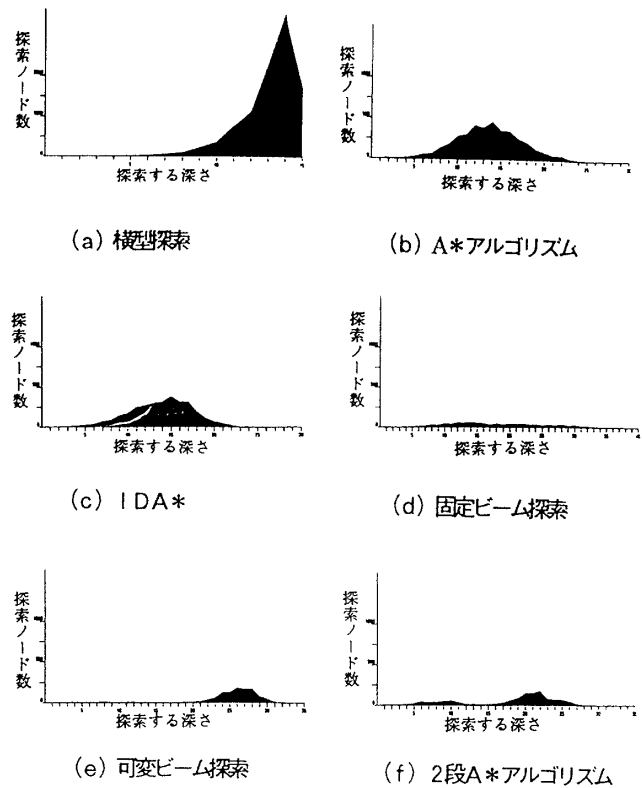


図7 深さ/ノード数グラフ

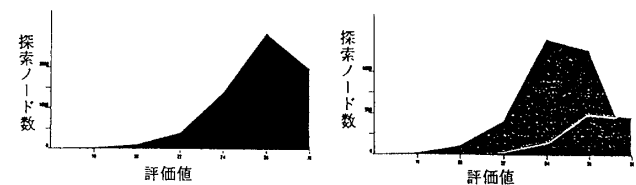


図8 評価値/ノード数グラフ (A*とIDA*の場合)

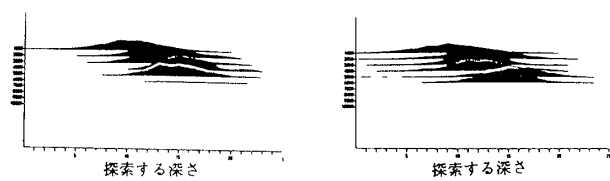


図9 深さ/ノード数/時間グラフ (A*とIDA*の場合)

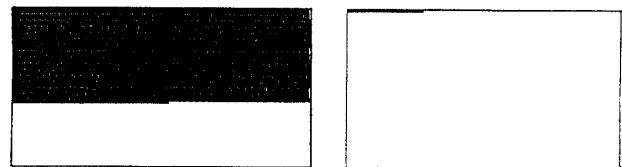


図10 ノード配列消費アニメーション (A*とIDA*の場合)