

Building an Opening Book for Amazons

太田 喜裕

山形大学大学院理工学研究科

Email: dwy52290@dip.yz.yamagata-u.ac.jp

Amazons は発明されてからの期間が短く、プロも存在しないためゲームに関する知識が少ない。また、他のゲームに比べ駒の分岐が多く、手の良し悪しを判断することが難しい。このような他のゲームよりも複雑な状況の下で opening book を作成するにはコンピュータに良い手を探索させ、その手を拡張していくという方法が用いられている。opening book にはゲームで使える有益な手のみが入っていることが重要であり、そのためにはどの手を拡張するか、どこで拡張を終了させるかが大きな問題となる。本研究では、拡張する手の数に注目し、その数を変化させ、それに伴い opening book がどのように変化するか、どの node 数での拡張が最も適しているかを確かめた。これにより、Amazons のように複雑な状況にあるゲームで opening book を作成するにはどのような拡張が最も望ましいかの研究を行った。

Building an Opening Book for Amazons

Yoshihiro Ohta

Department of Informatics Science, Yamagata University, Yonezawa, Japan.

Email: dwy52290@dip.yz.yamagata-u.ac.jp

Amazons has a lack of knowledge because it is a relatively new game and no professionals exist, so it is difficult to distinguish between good and bad moves. On the other hand, Amazons has a high branching factor, prohibiting deep search. Under those circumstances, we have proposed a way of using search and tree expansion in order to make an opening book. It is important that the opening book has only good moves which are useful in games, so that the most important problem is where to do expansion and when stop expansion. In this paper, a number of expansions are investigated and the expansion scheme that best fits Amazons is presented.

1 研究背景

1.1 Amazons の特徴

Amazons の最も大きな特徴は、手の分岐が多であるということが挙げられる。実際の数字を挙げると、初期局面からの可能な手は 2176 通り[1]、各局面からの可能な手の平均は 479 通りある。これは、チェス:30 通り、将棋:80 通り、碁:250 通りと他のゲームと比較しても分岐が多いということが分かる。また、Amazons は最初の 10 手内の動きの平均は 1000 を超える[2]。これらの多大な手数が増えたとになり Amazons では良い手を見つけるのが困難となっている。

2 研究内容

2.1 研究目的

Amazons は比較的新しいゲームでありその知識は少ない。また、可能な手が多いため手の判別が難しくどれが良い手かということを見つけるのは困難である。このような他のゲームとは違った状況の下でどのように opening book を作成していくかについての研究を行う。

2.2 Opening Book の作成方法

Amazons には手の分岐が多く、どれが良い手かを区別することは難しい。特に序盤はその顕著な例である。そのため Amazons の opening book では、コンピュータに探索を行わせ良い手を見つけ出す。探索と、opening book を大きくしていくための拡張の説明を行う。探索と拡張手順は以下ようになる。

- ① Opening Book 木で Min-Max 探索を行い、到達できる最も良い node を見

つける

- ② Node が示す局面からの探索を行い、手を選び出す

- ③ 選んだ手を node の下に追加し、opening book 木を拡張する

拡張の例として、最も点数の高い node の下に探索した中での最良の動き 2 つを加えていき、node 数が既定値に到達するまで拡張を行う例を示す。図 1、図 2、図 3 の図形の中に代入されている値はその局面が持つ評価値であり、この値を用いて Min-Max 探索を行う。その結果、図 1 で先手がとることのできる最大の値は点数 4 を持つ c の leaf である。よってこの値を持つ leaf から拡張を行う。図 2 のように局面 c が表す盤面から手を探索し、2 つの手を選ぶ。選択した結果を c の leaf の下に付け加え拡張を行う。拡張後の木を図 3 に示す。この拡張を行ったことにより MAX がとることができる最大値が、3 の値を持つ leaf に移った。この leaf を上記と同じように拡張を行う。以上の作業を node 数が既定値に到達するまで続ける。この拡張方法を Best-first 拡張法と呼ぶ。

以上が拡張の一例である。ここまでは opening book の作成段階であり、作成した opening book を実際に使用できるようにしなければならない。そのために、node に入っている情報を保存しそれを使用してゲームを進行するという方法が例として挙げられる。

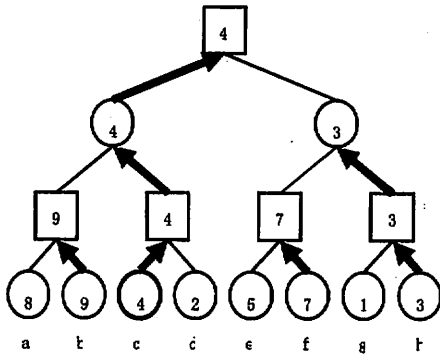


図1 拡張 node の選択

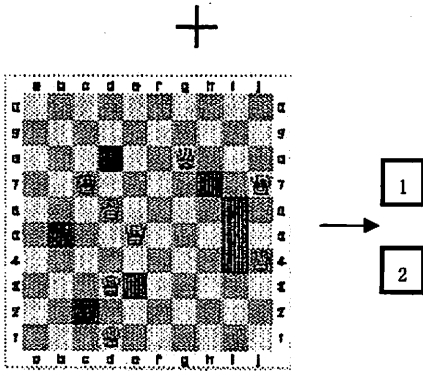


図2 局面cからの手の探索

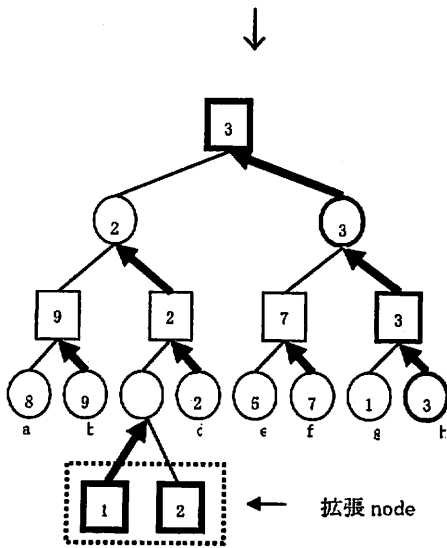


図3 木の拡張

3.3 実験内容

Karapetyan と Lorentz の採った方法では、Best-First 拡張法を用いて、木の深さや幅によってペナルティを与え opening book 木のバランスを整えていた [2] . 今回の実験では拡張する node 数に注目しその値を変化させることによって、opening book 作成に適した node 数を見つける. そのために今回行う実験は 3 つである.

1 つめに、追加 node 数を 2 から 10 まで変化させ、Best-First 拡張を用いて node 数が 1000 になるまで拡張を行う. 追加 node 数を 2 から 10 までに絞るのは木のバランスが関係している. 拡張 node 数が 1 の木というのは opening book 木の幅が全く無い状態となる. このような木は必要な手を多く持たず、そのため第 1 手目で相手に Opening Book に存在しない手を打たれ使用できなくなってしまう drop-out の可能性が非常に大きく使える見込みが少ない. 拡張する node 数が 11 以上の場合、opening book の幅が必要以上に大きく、深さが 4 程度までしか拡張できていなかった. このような opening book は長く使える見込みが少ない. また、不必要な手を多く持っていると考えられる. このような理由から拡張 node 数は 2 から 10 までの範囲に絞って実験を行う. 1000 node まで拡張を行う理由は、[2]と同じ条件の下で拡張を終了させるためであり、自分の実験結果と比較しやすくするためである. このような条件の下で拡張を行い、各拡張 node 数

での深さと node 数の関係を求め、どの node 数での拡張が Amazons opening book にとって最も良い結果になるかを調べる。2つめに、drop-out の実験を行う。Drop-out の実験とは、opening book を実際に使用していくと何手まで使用でき、使用できなくなった点の点数と深さを探る実験である。この実験を作成した全ての opening book に対し先手と後手を入れ替えて 50 回ずつ行う。これによって opening book を長く使うほど点数が向上しているかを見る。3つめに、1と2の結果を見て良いと推測される幾つかの opening book を用いて実際に対戦を行う。先手、後手を入れ替えそれぞれ 50 戦行い作成した opening book の有用性を確かめる。

4. 実験結果

以下に行った実験の結果を示す。

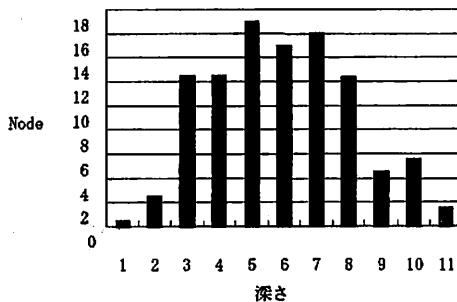


図4 Node 数 5 での深さと node 数

図4は拡張 node 数 5 で作成した opening book 木の深さと node 数の関係である。ゲームの進行に伴い分岐も増えていくため、深さが増えるにつれて Node 数も増えていくものはバランスが良い opening book といえる。この node 数での

拡張は実験を行った中で木のバランスが最も良かったものであり、実際のゲームで長く使用できると考えた。拡張 node 数 5 に近いものとして 4 と 6 があった。これを図5、図6に示す。

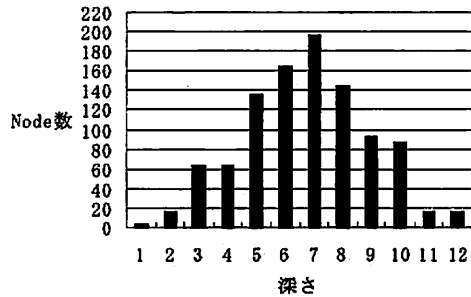


図5 拡張 node 数 4 の木

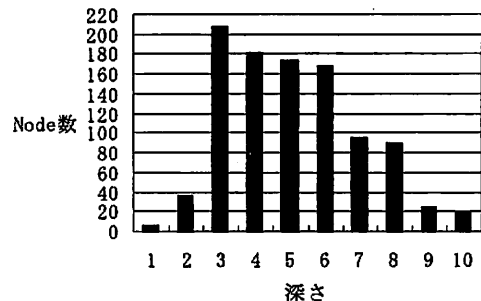


図6 拡張 node 数 6 の木

3種類の拡張の中で、多く node を持つ3箇所の深さの node 数の合計が全体の node 数に対しどの程度の割合かを調べると、node 数 4 は約 51%、node 数 5 は約 48%、node 数 6 は約 56%となっている。そのため、拡張 node 数 5 の場合が1箇所に拡張が集中しておらず、最も opening book 木のバランスが良いと考えた。図7は拡張 Node 数 5 の drop-out の結果である。他の node 数での実験結果は付録1に示す。

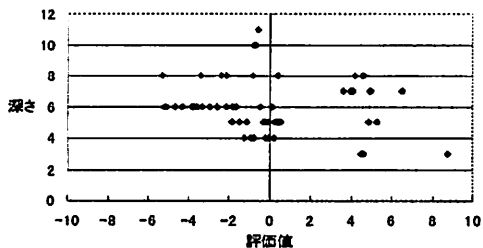


図7 Node数5での drop-out 結果

実験を行った各 node 数の中で、理想的な drop-out に近づける見込みが最も大きかったのが拡張 node 数 5 の場合と判断した. 他にも候補として拡張 node 数 4、6 があった. 4、6 の drop-out の結果を図 8、9 に示す.

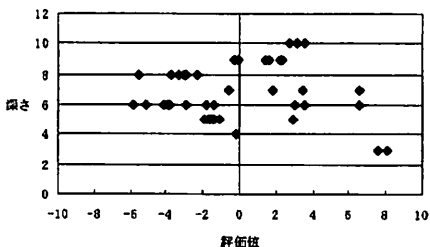


図8 拡張 node 数 4 での drop-out 結果

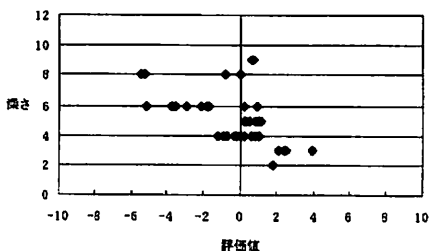


図9 拡張 node 数 6 での drop-out 結果

他の node 数の拡張では、追加 node が多い場合は拡張する深さが十分でないために早い段階での drop-out や、自分に有利になる前に drop-out してしまうということが起こった. 逆に、拡張する

node 数が少ない場合は、1つの箇所を深く拡張しすぎ相手が打つ見込みの無い部分まで拡張が行われていた. これらの結果を付録 2 に示す.

表 1 に opening book を使用した場合の対戦結果を示す.

表 1 Opening Book を使用した対戦

	先手		後手	
	opening book 使用	opening book 使用	opening book 使用	opening book 使用
拡張 node 数	勝ち	負け	勝ち	負け
4	30	20	21	29
5	26	24	32	18
6	26	24	22	28

表 1 の結果を見ると、拡張 node 数が 5 の場合のみ先手と後手のどちらも勝ち越しておりその勝率は最も高く 58%であった. そのため拡張 node 数 5 が最も拡張に適しているという結果を得た.

5. 考察

最良と思われる拡張 node 数は 5 でこれを基準に拡張される node 数を調整していくのが最も良いという結果を得た. 作成した木は拡張の調整を行っていないため全て木のバランスが悪かった. また、相手が打つ見込みの無い手もあり、この点は opening book から除かなくてはならない. 対戦結果で node 数が 5 の場合のみ勝ち越すことができた理由としては node 数 4、5 の場合と比較すると 6 手目程度までの木のバランスが良く、早い段階での drop-out が少なかったためだ

と考えられる。このことから、opening book の作成には浅い位置に多くの手を持つことが望ましく、そうすることで実用性が増すと考えられる。

6. まとめ

今回の実験では Amazons の opening book 作成に最も適した拡張 node 数を調べた。その結果、拡張 node 数は5程度が最も適しており、各位置からは 5 を基準とし拡張を行うのが良いという結果を得た。

7. 今後の課題

更に無駄な node を無くし良い opening book を作成するために、木へ「第 2 の拡張」を行う必要がある。これは、一度拡張を行った node が拡張中に不必要だと判断された場合それを刈り取り、必要とされる位置へ刈り取った分を付け加えて行くというものである。また、実際に対戦を行うためには評価関数を改良し、ゲームを進める上で有利になる手を持つ opening book を作成しなければならない。

参考文献

- [1] Higashiuchi, Y. and Grimbergen, R. Enhancing Search Efficiency by Using Move Categorization Based on Game Progress in Amazons. Proceedings of the 11th Advances in Computer Games conference, Taiwan (To appear).2005.
- [2] Karapetyan, A. and Lorentz, R, J. Generating an Opening Book for Amazons. Computers and Games 4th International Conference LNCS 3826. pp.161-174.2004.

付録1 各拡張 node 数での node 数と深さの関係

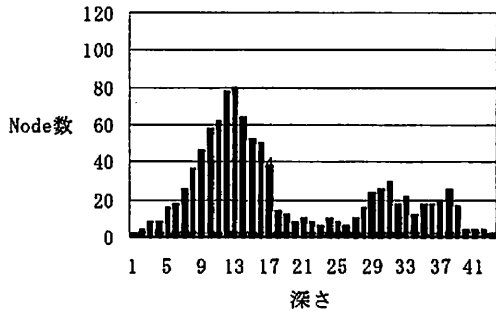


図10 拡張 node 数 2 の木

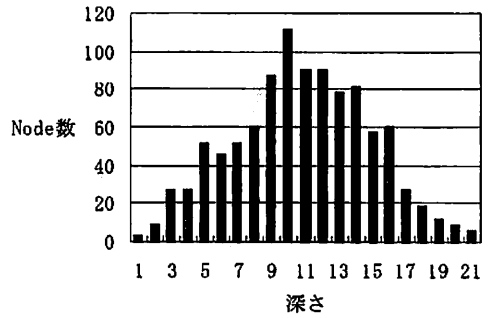


図11 拡張 node 数 3 の木

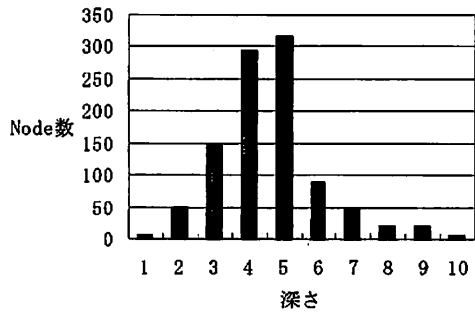


図12 拡張 node 数 7 の木

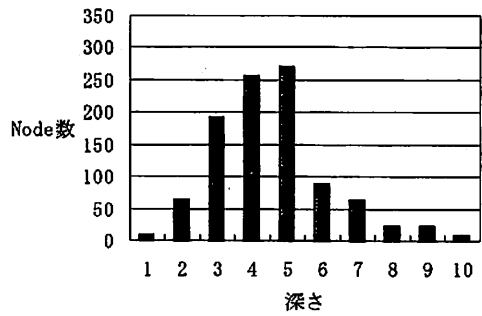


図13 拡張 node 数 8 の木

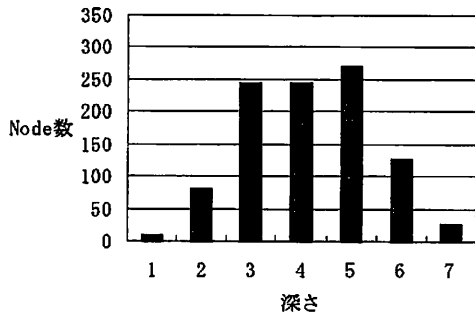


図14 拡張 node 数 9 の木

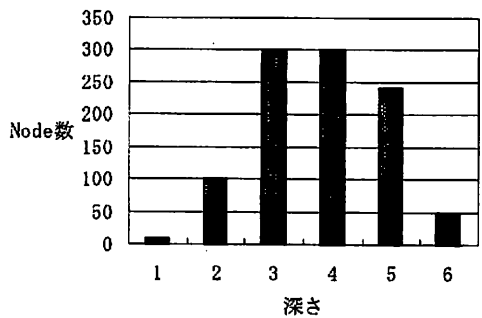


図15 拡張 node 数 10 の木

付録2 各拡張 node での drop-out の結果

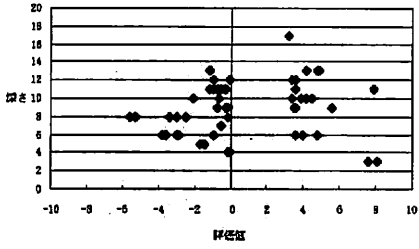


図 16 拡張 node 数 2 での drop-out 結果

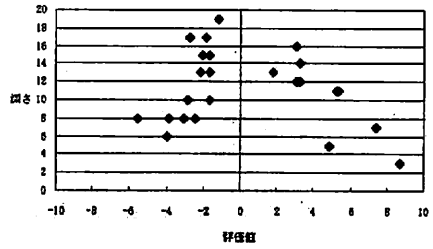


図 17 拡張 node 数 3 での drop-out 結果

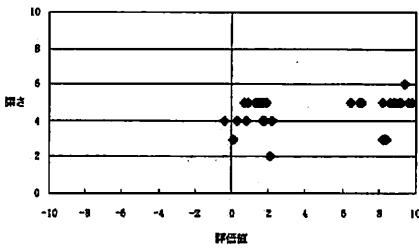


図 18 拡張 node 数 7 での drop-out 結果

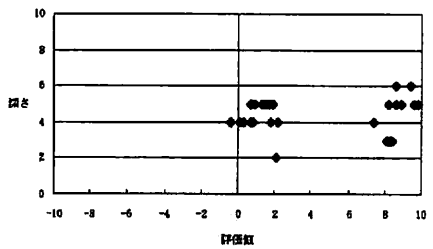


図 19 拡張 node 数 8 での drop-out 結果

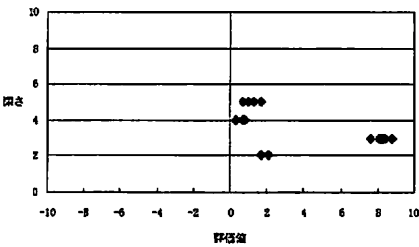


図 20 拡張 node 数 9 での drop-out 結果

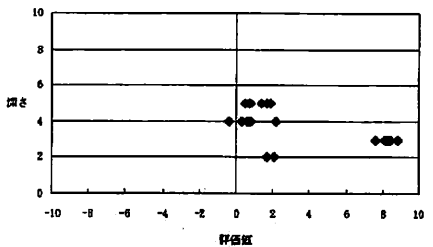


図 21 拡張 node 数 10 での drop-out 結果