

木構造プログラム生成システム

青木 大

1 はじめに

不確実性のある環境において，人がロボットなどの行動規則をプログラムすることは困難である．そのため，このようなプログラムを自動生成する研究が数多く行われている．

我々の研究室では，自動プログラミングの手法としてシミュレーテッドアニーリングプログラミング (Simulated Annealing Programming:SAP)¹⁾ を研究している．SAP ではプログラムを木構造で表現し，ランダムに部分木を挿入および削除することで目的のプログラムを生成する．

SAP は，探索中にノード数が劇的に増大するブロートという問題が発生しない有効な手法である．SAP ではランダムに部分木の変更を行いプログラムを生成するため，部分木の生成方法などを検討することで探索効率の向上が期待できる．

そこで，人がプログラムの振る舞いを把握した上で構造の良悪を判断し，生成方法を検討することを考える．そのために木構造を可視化し，GUI で木構造のプログラムの編集，およびプログラムの動作が確認できるシステムを作成した．これにより，有効な生成処理の検討が容易になると考えられる．

2 シミュレーテッドアニーリングプログラミング

シミュレーテッドアニーリングプログラミング (SAP) はシミュレーテッドアニーリング (Simulated Annealing:SA) を木構造が扱えるように拡張し，木構造で表されたプログラムを自動生成する手法である．

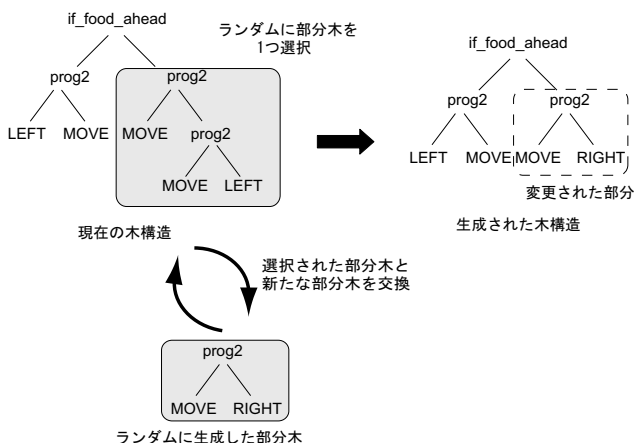


Fig. 1 生成処理 (出典：自作)

SAP では Fig. 1 に示すように現在の木構造からランダムにひとつの部分木を選択し，その部分木をランダムに生成した新たな部分木に置き換えることで木構造を変化させる．生成したプログラムを実行した結果，良い評価が得られれば，変更を受理し，評価が悪くなった場合でも確率的に受理する．以上の処理を繰り返すことで，問題に適したプログラムを生成する．

3 木構造プログラム生成システム

3.1 システムの概要

本システムは SAP で生成された木構造を読み込み，マウス操作により編集することを可能とする．また，生成されたプログラムを動作させた場合の挙動をシミュレータにより確認できる．

なお，本システムは Santa Fe trail 問題のみを対象としたシステムである．

3.2 対象問題

自動プログラミングの代表的な対象問題のひとつに Santa Fe trail 問題がある．

Santa Fe trail 問題とは，一体の人工蟻が，限られたエネルギー内で行動し，フィールドに配置された餌をできるだけ多く獲得することを目的とする問題である．

人工蟻は餌上を通ることにより餌を獲得することができ，エネルギーは終端記号が 1 つ実行されるごとに 1 消費する．人工蟻の初期エネルギーは 400 である．問題に用いた終端，非終端記号を Table 1 に示す．Table 1 において，非終端記号は小文字で，終端記号は大文字で示す．

Table 1 Santa Fe trail 問題に用いる終端・非終端記号

記号	機能
if_food_ahead	子ノード 2 つ，1 マス前方にえさがあれば第 1 子ノードを，なければ第 2 子ノードを実行する．
prog2	子ノード 2 つ，第 1 子ノード，第 2 子ノードの順に実行する
prog3	子ノード 3 つ，第 1 子ノード，第 2 子ノード，第 3 子ノードの順に実行する．
LEFT	90 度左を向く．
RIGHT	90 度右を向く．
MOVE	1 マス前進する．

3.3 木構造編集機能

本システムは木構造の編集および生成を行うため、以下の機能を持つ。

- ノードの追加

ノードの追加ができる。ノード上でクリックすると、子ノードとして挿入可能なノードのリストが表示され、任意のノードを選択することで子ノードが挿入される。

- ノードの削除

ノードの削除ができる。ノード上でのクリック操作により、ノードの削除が可能である。子ノードを持つノードを削除した場合には、自動的に子ノードも削除される。

- ファイルへの保存

描画されている木構造のデータをファイルに保存することができる。

- ファイルの読み込む

ファイルから木構造のデータを読み込むとができる。また、読み込んだ木構造の表示および編集ができる。

本システムの動作画面を Fig. 2 から Fig. 4 に示す。Fig. 2 に示されるノードをクリックすると Fig. 3 のように挿入可能な子ノードが表示され、これを選択すると Fig. 4 のように指定したノードが挿入される。

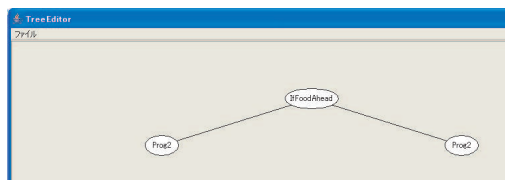


Fig. 2 表示された木構造 (出典：自作)

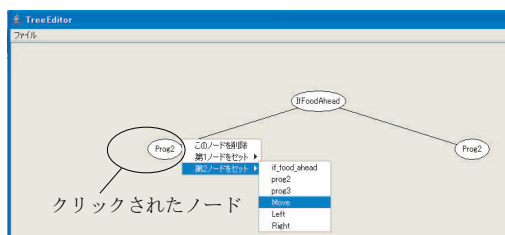


Fig. 3 ノードのクリックによる挿入可能な子ノードの表示 (出典：自作)

3.4 シミュレーション機能

本システムは生成されたプログラムを実行したときの挙動を視覚的に確認するためのシミュレータを持つ。

これにより木構造の構成が人工蟻の挙動に及ぼす影響を確認できる。シミュレータの実行画面を Fig. 5 に示す。

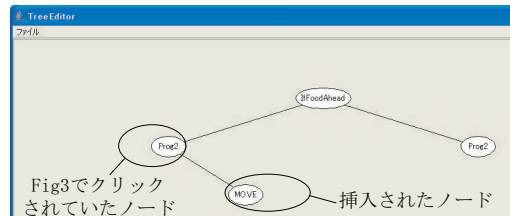


Fig. 4 選択した子ノードの挿入 (出典：自作)

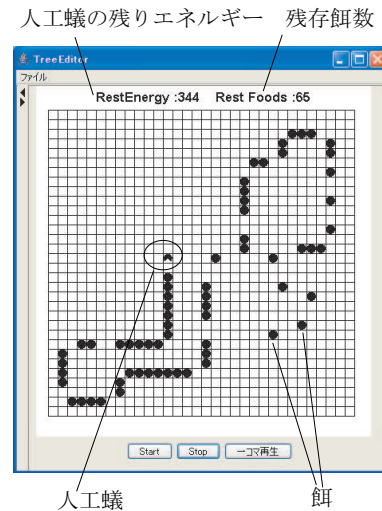


Fig. 5 シミュレータによる挙動の確認 (出典：自作)

なお、本システムでは Fig. 6 のように生成した木構造を見ながらシミュレータで動作を確認することもできる。

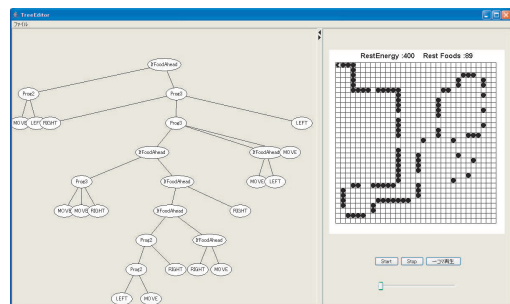


Fig. 6 木構造とシミュレータの並列表示 (出典：自作)

4 まとめ

本発表では自動プログラミングに使用される木構造のプログラムをグラフィカルに編集および生成するシステムを作成した。本システムを使用することで有効な生成処理の検討が容易となると考えられる。

参考文献

- 1) 三木 光範, 廣安 知之, 藤田 佳久. シミュレーテッドアニーリングプログラミングによる群知能の発現, 情報処理学会論文誌, Vol. 67, No.2, pp.299-300, 2005
- 2) Koza, J. R.: Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection, MIT Press, 1992