

## 操作履歴のチャートによるプログラミング・アプローチの分析

3L-5

中嶋 正夫<sup>\*</sup>, 阪井 和男<sup>\*\*</sup>, 加藤 浩<sup>\*\*\*</sup><sup>\*</sup>明治大学情報科学センター, <sup>\*\*</sup>明治大学法学部, <sup>\*\*\*</sup>日本電気(株)情報メディア研究所

## 【 1 】はじめに

我々は、アルゴリズム教育支援のITS (Intelligent Tutoring System) の研究・開発の一環として、モジュールの階層関係を明示し、トップダウン、ボトムアップのアプローチを柔軟に併用できるエディタとシミュレータの統合環境を構築している<sup>1)</sup>。

今回は、そのシステムでのプログラミング操作の履歴記録を、いくつかの観点で分類を行い、履歴を図的に表現する手法を開発した。この図を解析することによって、トップダウン、ボトムアップといった、学習者が問題解決する過程でのアプローチの特徴や潜在的な傾向を明確にできる。

本稿では、プログラミング操作履歴の分類をし、図に表す手法について述べ、学習者プログラミング・アプローチの分析について報告する。

【 2 】統合環境システムの操作履歴の分析手法  
(2・1) 操作履歴の抽出

プログラマがある問題を解決する時には、様々なアプローチを組み合わせ適用していると思われる。例を挙げると、具体的で詳細な知識を積み上げていくボトムアップ・アプローチや、処理を機能別にモジュールに分け徐々にブレークダウンしていくトップダウン・アプローチ。そして、与えられた問題に対して問題解決の見通しがある場合には、難しい部分から解決していくという hardest-first アプローチと、見通しが立たない場合に易しい部分から解決していくという easiest-first アプローチ<sup>2)</sup>。また、アルゴリズムを時間的順序を追って構築する時間的アプローチと、プログラムの構成を構造的に把握する空間的アプローチなどである<sup>3)</sup>。

今回はそのうちトップダウン、ボトムアップ・アプローチについて焦点を絞った分析を行なった。

## (2・2) 操作履歴のプロット

我々が構築しているエディタとシミュレータの統合環境では、操作履歴をとっている<sup>1)</sup>。具体的には、  
①プログラムの構成要素である部品アイコンの操作に関するもの

(例：部品アイコンの生成、削除、移動など)

②変数データに関するもの

(例：変数データの生成、削除、移動など)

③プログラムのモジュール化に関するもの

(例：モジュールの生成、削除、部品アイコン群のモジュール化など)

④プログラムの制御構造に関するもの

(例：実行順序の指定、条件分岐/ループなどの定義など)

⑤その他

(例：テストラン、エディタのスコープの移動など)

これらの項目のうち、トップダウン、ボトムアップ・アプローチに関連する①～③について着目した。

図1のような2次元平面上に、上記で着目した操作について履歴をプロットするために、座標軸に対応する操作の種類を、以下のようなそれぞれ相対する2種類の操作の組に分類した。

a. モジュールを生成する操作 (a+)

←→ モジュールを削除する操作 (a-)

b. 部品やデータを生成する操作 (b+)

←→ 部品やデータを削除する操作 (b-)

実際に2次元平面上にプロットする方法は、原点を始点として操作の時間的順序で、a+ の操作はy軸の+方向に、a- の操作は-方向、b+ の操作はx軸の+方向に、b- の操作は-方向に一定量、点を移動させることとした。

図1は、ある問題に対して、①トップダウン、②ボトムアップ、③特に意図を持たない、の3種類の

An Analysis of Programming Approaches Using A Chart of Operation History

Masao NAKAJIMA\* , Kazuo SAKAI\* , Hiroshi KATO\*\*

\*Meiji University, 1-9-1 Eifuku, Suginami-ku, Tokyo 168, Japan

\*\*NEC Corp., 4-1-1 Miyazaki, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 216, Japan

アプローチで解いた結果である。

①のトップダウン・アプローチによる解法の履歴では、始めにモジュールを作成し、後半に個々の部品アイコンや変数データを作成する傾向があるため、上に膨らんだ右上がりの軌跡が描かれた。また、②のボトムアップ・アプローチでは、前半に部品アイコンや変数データの作成といったプログラムの具体的な部分の作成を行い、後半にそれらをモジュールにまとめる傾向があるため、下にへこんだ右上がりの軌跡が描かれた。そして、③の特に意図を持たないアプローチでは、ほぼ直線的な右上がりの軌跡が描かれた。この図によって、トップダウンやボトムアップのアプローチの使い分けについて、明らかな定性的な違いが確認された。

つまり、この軌跡を分析することで、学習者が問題を解決する上でどのようなアプローチを採ったかを推測することができる。

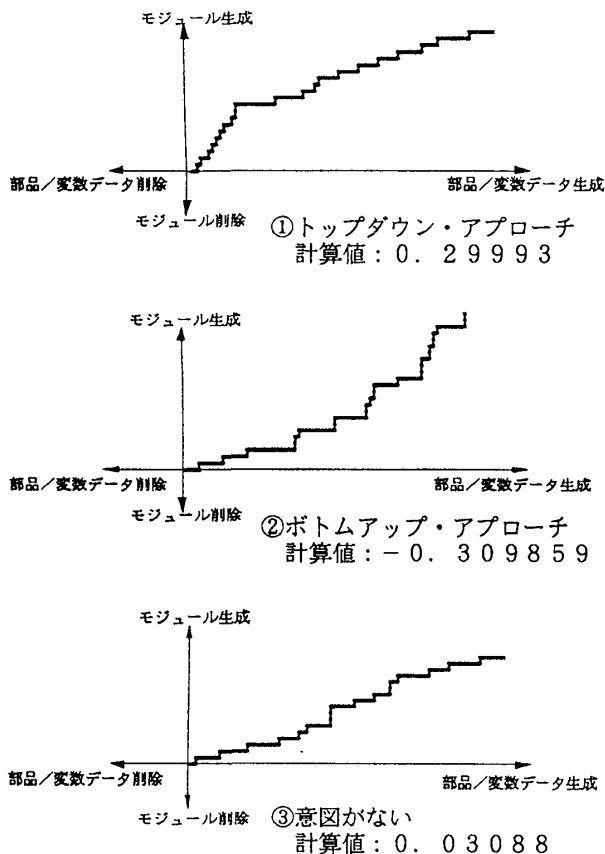


図1 様々なアプローチによる解法履歴の図的表現

(2・3) 操作履歴の定量的分析

我々は、定量的に操作履歴を分析するために、図

2のようにチャートの始点から終点までを結んだ直線とプロット結果との面積差を求め、それを始点から終点までの直線を斜辺とする直角三角形の面積で除算することにより、アプローチの特徴を数値化した。その結果についても図1に示した。

この数値の正負やその値の絶対値の大小から、学習者の採ったアプローチの種類とその程度がわかる。また、この解析処理を局所的に適用することにより、③のようにトップダウン、ボトムアップのアプローチを適度に使い分けしている時でも、フェーズ毎のアプローチの同定ができると思われる。

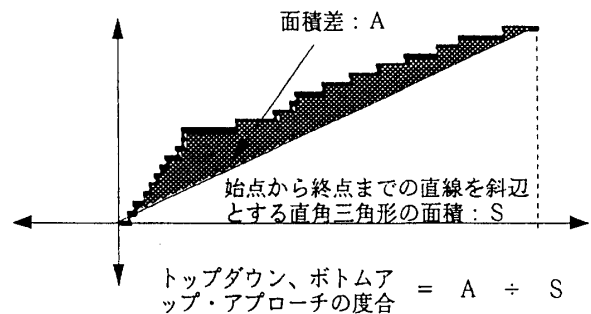


図2 操作履歴の定量的分析法

【 3 】おわりに

今回は、エディタとシミュレータの統合環境での学習者の操作履歴を図的に表現する手法について述べ、それをもとに、トップダウン、ボトムアップといった、学習者が問題解決する過程でのアプローチの特徴が抽出できることを確かめた。

今後は、多数の被験者による実験から操作履歴を採取し、トップダウン、ボトムアップだけでなく、様々なアプローチについての解析を進める。それには、今回は注目しなかった、他の操作履歴の要素を検討する必要がある。さらに、現在研究・開発中である教育支援システムの学習者モデルの構築に向けて研究を進める予定である。

【参考文献】

- 1)中嶋 正夫他：“アプローチ指向の教育支援のためのビジュアル言語エディタとシミュレータの統合”、情報処理学会 第47回全国大会論文集 (1)、p. 35-36 1993.
- 2)宮本 勲：“ソフトウェアエンジニアリングの現場と展望”、ソフトウェアリサーチアソシエイツ.
- 3)阪井 和男：“問題解決のアプローチ手法としてのプログラミング”、私立大学等情報処理教育連絡協議会 第5回私情協大会、1991.9.3