

ソフトウェア開発システムにおける人的資源の質の改善について

1 C - 4

～初級プログラマの作業中における学習と知識のモデル化～

福原綾介 阿部正典 石澤崇裕 長崎等 東基衛

早稲田大学大学院理工学研究科 経営システム工学専門分野

1. はじめに

初級プログラマはプログラミングに関する知識が不十分であるため、作業においてしばしば停滞が生じる。停滞中、適切な学習支援が行われれば、初級プログラマは効率よく作業を進めることができると考えられる。

本研究では、適切な学習支援・改善を行うシステムの構築のために、初級プログラマの作業中における行動（作業および学習）のモデル化を行う。また、学習行動と、そのときに獲得される知識との関係について考察する。

2. 初級プログラマの作業と学習のプロセス

2.1. ソフトウェア開発システムの機能モデル

一般的なソフトウェア開発システムの機能について、IDEF0を用いて表現したモデル図1に示す。

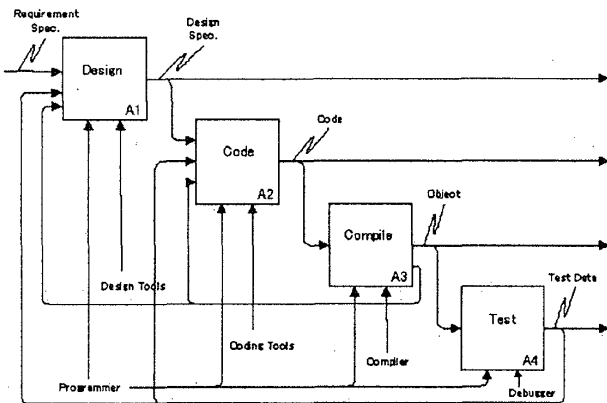


図1：ソフトウェア開発システムの機能モデル

プログラマは各アクティビティのメカニズムである。プログラマの能力はメカニズムの性能であり、各アクティビティのアウトプットの品質に影響する。

情報技術者（プログラマを含む）の能力は知識、技能、人間要素からなる [東 98]。初級プログラマの場合、知識の有無によって作業の効率が決定的に異なるため、知識が特に重要である。プログラマの作業プロセスは一般的に設計、コード、コンパイル、テストの4つに分けられる [Humphrey95]。作業プロセスごとに必要な知識は異なるが、初級プログラマはそれらを作業中に学習することで獲得する。

我々は、初級プログラマの各作業プロセス、学習プロセスおよび獲得される知識の関係を明らかにし、各プログラマに適した学習プロセス支援・改善を行うシステムの構築を目指している。これにより、ソフトウェア開発システムにおける人的資源の質を改善することができると考えている。

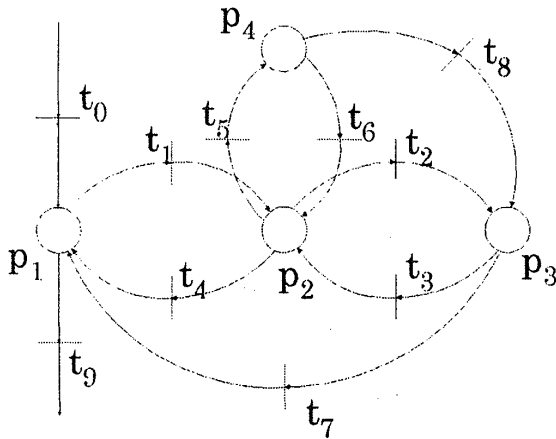
2.2. 学習プロセス

初級プログラマの学習プロセスは、参照的学習プロセスと経験的学習プロセスの2つに分類可能である。参照的学習プロセスとは、作業を一時中断し、マニュアルなどを参照することによって行われる学習である。経験的学習プロセスとは、実際に作業を行うことそのものによって行われる学習である。

3. 各作業プロセスにおける行動モデル

3.1. 行動モデル

作業プロセス、学習プロセス、知識の関係を明らかにするため、各作業プロセスにおけるプログラマの行動モデルを作成した。本モデルでは、プログラマの行動を状態とその遷移と捉え、ペトリネットを用いて表現した。コンパイルプロセスにおける行動モデルを例として図2に示す。



p_1 : コンパイル中
 p_2 : 文法フォールト推定中
 p_3 : 文法フォールト除去中
 p_4 : 文法フォールト推定のための学習中
 t_0 : コンパイル開始
 t_1 : コンパイル終了 (エラーメッセージあり)
 t_2 : 文法フォールト除去開始
 t_3 : 文法フォールト推定開始
 t_4 : コンパイル開始
 t_5 : 文法フォールト推定開始 (学習効果なし)
 t_6 : 文法フォールト推定のための学習開始
 t_7 : コンパイル開始
 t_8 : 文法フォールト除去開始 (学習効果あり)
 t_9 : コンパイル終了 (エラーメッセージなし)

図2: コンパイルプロセスにおける行動モデル

文法フォールトとは、コンパイル時に検出されるプログラムの誤りのことである。

3.2. 行動モデルと学習プロセス

2.2で述べた参照的学習プロセスはプレース p_4 に対応し、経験的学習プロセスは発火系列 $t_2t_3t_4t_1$ または $t_2t_7t_1$ に対応する。

各学習プロセスは、学習の目標および推定された文法フォールトという属性を持つ。学習の目標とは、学習プロセスによって獲得すべき具体的な知識を意味する。学習の目標は、明確である場合と、明確でない場合がある。推定された文法フォールトとは、プログラマがエラーメッセージから推定した文法フォールトの内容である。推定された文法フォールトは正しい場合と誤りである場合がある。

4. モデルの適用実験

4.1. 適用実験

2人の初級プログラマのコンパイルプロセスをビデオ録画し、解析を行った。被験者には作業中の思考を発話してもらった。また、実験後インタビューを行い、実験中における被験者の知識状態の変化について確認した。

4.2. 実験結果と考察

学習の目標の明確/不明確と各学習プロセスとの関係を調べたところ、表1のような結果が出た。

表1: 学習の目標と各学習プロセスとの関係

		学習の目標	
		明確である	明確でない
参照的	p_4 滞留時間	短い	長い
	次状態	p_3 が多い	p_2 が多い
	p_3 でのフォールト除去	正しいことが多い	誤りであることが多い
経験的	p_2 滞留時間	短い	長い
	発火系列	$t_2t_7t_1$ であることが多い	$t_2t_3t_4t_1$ であることが多い
共通	知識の獲得	なされることが多い	なされないことが多い
	学習の形態	理解的	操作的

学習の目標が明確である場合は知識の獲得および問題の解決は必然的であるが、明確でない場合は偶然であり、それが実験結果に現れたと考えられる。作業中の停滞の原因となり、知識獲得の効率が悪い「目標の明確でない学習」は悪い学習プロセスであり、学習プロセスの中でも特に作業効率を下げているプロセスであると言える。

5. まとめ

本モデルがプログラマの作業プロセスおよび学習プロセスの解析に有効であることが検証された。

人的資源の質の改善のためには、初級プログラマの悪い学習プロセスを良い学習プロセスに改善することが有効であると考えられる。今後は、本モデルに基づいた行動のより詳細な定量的分析、および学習プロセスにおいて獲得される具体的な知識内容の分析を行い、学習プロセス支援・改善システムの構築を目指す。

参考文献

- [Humphrey95]: Watts S. Humphrey: "A Discipline for Software Engineering", Addison Wesley, 1995
- [東 98] 東はか: "情報技術者自己診断システム-能力モデルと診断の枠組み-", 情報処理学会第56回全国大会, 1998