

初学者による状態遷移図を用いた振舞いのモデリングに関する誤り分析

Error Analysis for Behavioral Modeling with State Machine Diagram by Beginners

横田 寛明^{*1}, 香山 瑞恵^{*1}, 小形 真平^{*1}, 橋本 昌巳^{*1}, 大谷 真^{*1},
 Mizue KAYAMA^{*1}, Hiroaki YOKOTA^{*1}, Sinpei OGATA^{*1}, Masami HASHIMOTO^{*1}, Makoto OTANI^{*1},
^{*1}信州大学工学部
^{*1}Shinshu University
 Email:t095804@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は状態遷移図を用いた振舞いのモデリングの学習方法を検討することである。そのために、まず要求を満たす状態遷移図を記述する際に、初学者が陥りやすい誤りの傾向を分析した。本稿では情報系学科1年生と2年生を対象にした同一問題への解答を比較することで、両者に共通してみられる誤り傾向を整理し、それらへの教育的対策を検討する。

キーワード：振舞いのモデリング, 状態遷移図, 誤り分析, 初学者

1. はじめに

問題解決すべき対象をモデリング能力は、情報化社会を生きる全ての者に必要なリテラシである^[1]。特に、対象の動的モデルとしての振舞いを記述する状態遷移図は、情報専門教育の主要5分野(CS・IS・SE・CE・IT)はもとより、一般情報教育(GE)および高等学校での情報科におけるモデリング単元に関連する事柄である。しかし、これらの能力育成に関する初学者向けの教育方法論は未だに確立されておらず、国内外において長年研究が進められている。現在までに状態遷移図の作成における初学者の誤り分析を試みた研究の例はない。

2. 本研究の目的

本研究の目的は、初学者を対象としたモデリングに関する教育方法論を探究することにある。ここでの初学者とは、モデリングの学習を始める前段階にある学習者を対象としている。これらの初学者に対して、動的モデルとしての振舞いのモデリングとして「対象世界を、ある一定の書式に従い、図として記述すること」を課した場合、どのような誤りを生じやすいのかを分析し、教育的考察を試みている^[2]。

3. 実験条件

3.1 今回用いた状態遷移図の記法

一般に、UMLで規定される状態遷移図の記法は多様かつ複雑であり、理解が難しい。そこで、前段階として状態遷移図の記述要素として、状態(開始状態・終了状態を含む)、遷移、イベント、メッセージに着目した(図1参照)。ここで、メッセージとは他の状態遷移図内のイベントを生じさせる要素である。メッセージを導入することで、1つのサービスの振舞いを複数の状態遷移図で表現することが可能となる。

3.2 被験者群について

ここでは、前提知識の異なる2つの被験者群に対して、同一の問題を課した結果に基づく状態遷移図

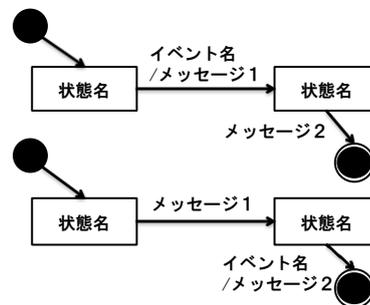


図1 本研究で用いた状態遷移図の記法

記述上の誤り分析について考察する。被験者数は2年生12T群で66名、1年生13T群で78名である。

3.3 実験条件

12T群は、構造化プログラミング/データ構造とアルゴリズムに関する知識を有する集団である。一方、13T群はそれらの知識は有していない。また、両群における概念モデリングに関する能力差は、統計的にはない。

本実験に際しては、まず、状態・遷移・イベントのみから構成される状態遷移図を被験者に学習させ、その読解・記述に関する十分な知識を被験者が得たことを確認した。その上で、追加要素としてメッセージを導入した。その読解に関する十分な知識を得たことを確認し、本実験を行った。

3.4 実験課題

課題は3問で構成される。表1に各問の概要を示す。いずれも身近な題材を取り上げており、示した要求に対して、被験者が未知であることはない。問2のみ、必要な状態遷移図の名称が示されていない

表1 実験課題の概要

	問1	問2	問3
題材	買い物	歩行者信号機	もちつき
既与条件	必要な状態遷移図の名称	-	必要な状態遷移図の名称
必要な状態遷移図の数	2	2~3	3

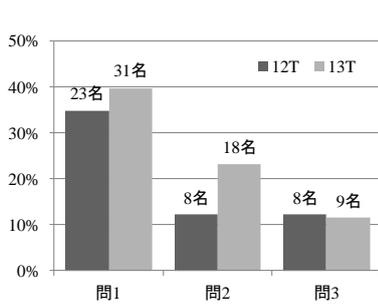


図2 3種の課題における正答率

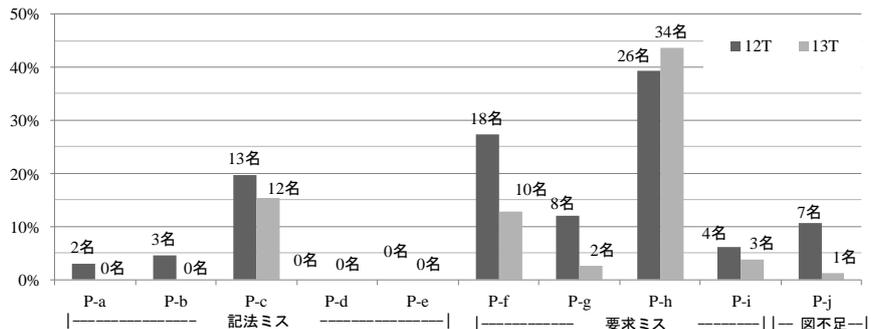


図4 問2における誤りパターン詳細項目毎の発生割合

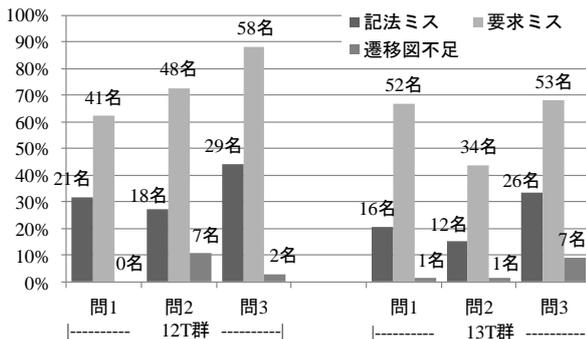


図3 3種の課題における誤りパターン毎の発生率

表2 誤りパターン毎の詳細項目

分類	記号	誤りの内容
記法ミス	P-a	イベント名が無い
	P-b	メッセージを送るイベント名がそのメッセージと同名
	P-c	メッセージに対応するイベントが存在しない
	P-d	状態名が無い
	P-e	一度に複数のメッセージを出す
要求ミス	P-f	イベント名が不適切
	P-g	状態の過不足
	P-h	メッセージの過不足
	P-i	終了状態の見極めが不適切
遷移図不足	P-j	要求を満たすための状態遷移図の数が足りない

4. 実験結果

ここでは、各被験者の正答数および問毎の正答率と誤りパターン毎の発生割合とで、被験者の解答を評価する。

4.1 正答数と正答率の分析

個々の被験者の得点を算出(各問の正答を1点とした3点満点)し、2つの被験者群間での分散と平均の差を検定した。その結果、両群共に等分散で等平均であることを確認した。

図2に各問の正答率を示す。問1と問3では、2つの被験者群での大きな差はない。しかし、問2では10ポイント以上の差が生じた。

4.2 誤りパターンの分析

ここでは、先行研究で求めた評価方法^[2]に基づき、誤りパターンを「記法ミス」、「要求ミス」、「遷移図不

足」の3種に整理した。3種の課題における誤りパターン毎の発生率を図3に示す。両群共、「要求ミス」、「記法ミス」、「遷移図不足」の順で発生率が高い。

4.3 誤りパターンの詳細分析

さらに、誤りパターン毎の詳細分類の結果を表2に示す。灰色の項目(P-b, P-c, P-h)は、今回新たに導入したメッセージ要素関連の誤りである。

これら10項目の発生率を整理した。ここでは、両群の正答率に大きな差が確認された問2の結果を図4に示す。メッセージを含まない記法を用いた実験で確認されていたP-dとP-eは、今回の実験の発生率は0であった。両群で発生率が高いのはP-c, P-f, P-hである。このうち、P-cとP-hはメッセージに関連する誤り項目である。また、P-hのみ、13T群の発生率が12T群を上回った。さらに、12T群のみで10%以上の発生率を示した項目はP-gとP-jである。

13T群では「記法ミス」をした12名全員がP-cを生じている。同様に「要求ミス」をした34名全員がP-hを生じている。すなわち、13T群では誤り詳細項目が特定の項目に集中する傾向が確認される。一方、12T群において「記法ミス」と「要求ミス」をした者は、特定項目に偏ることなく、概ね全詳細項目に分散している。

5. おわりに

本稿では、状態遷移図を対象とした初学者における誤り分析の結果を示した。今回はメッセージ要素を新たに導入した記法を用いている。誤り分析の結果から、メッセージに関連する誤り項目が高い発生率を示すこと、既有知識の異なる2つの被験者群では誤りを生じる詳細項目に差があることがわかった。今後は、継続的な誤り分析を実施すると共に、状態遷移図の記述に関する誤り指摘の自動化と、学習者のモデル図の評価能力の向上を意識した学習環境の設計を目指す。

参考文献

- (1) S. Sendall : “Model Transformation : The Heart and Soul of Model Driven Software Development”, IEEE SOFTWARE, Vol.20, No.5, pp.42-45 (2003).
- (2) 香山瑞恵他 : “初学者によるモデリング学習に関する基礎的検討-状態遷移図による振舞いのモデリング-”, 教育情報システム学会第38回全国大会, pp.219-220 (2013).