

小学校高学年向け UML モデリング演習において
積極的な足場作りが必要と思われる生徒が作成したライントレース課題のモデル図の特徴
Characteristics of student-generated model diagrams
likely to require active scaffolding in upper-elementary model-based exercises

小川裕也^{*1}, TRAN NGOC THAO^{*2}, 香山 瑞恵^{*3}, 館 伸幸^{*4}, 小形 真平^{*5}, 野瀬 裕昭^{*6}, 永井 孝^{*7},
Yuya OGAWA^{*1}, Thao Ngoc TRAN^{*2}, Mizue KAYAMA^{*3}, Nobuyuki TACHI^{*4}, Shinpei OGATA^{*5},
Hiroaki NOSE^{*6}, Takashi NAGAI^{*7}

^{*1,*2,*3,*4,*5} 信州大学大学院, ^{*6} 長野県工科短期大学校, ^{*7} ものつくり大学
^{*1,*2,*3,*4,*5} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University,
^{*6} Nagano Prefectural Institute of Technology, ^{*7} Institute of Technologists

Email: 22w2021h@shinshu-u.ac.jp

あらまし: 本研究の目標は, モデリング演習授業による生徒のモデリングの過程の傾向を調査し, モデリング授業の改善方法の提案である. 本稿では, モデリングの操作回数または操作時間の多い生徒を補助が必要な生徒と定義した. 生徒全員の操作経過を整理し, 補助が必要な生徒やモデルの形成過程について検討した.

キーワード: モデリング学習, モデル駆動開発, プログラミング教育, 統一モデリング言語

1. はじめに

日本では, 初等中等教育から情報教育の推進⁽¹⁾ がなされている. そこでは, プログラミング的思考が必要とされ, プログラミング的思考には抽象化の能力が必要である. 抽象化の代表的な手段の1つとして, UML (Unified Modeling Language) などによりソフトウェアの構造や振る舞いを図的に表すモデリングがある.

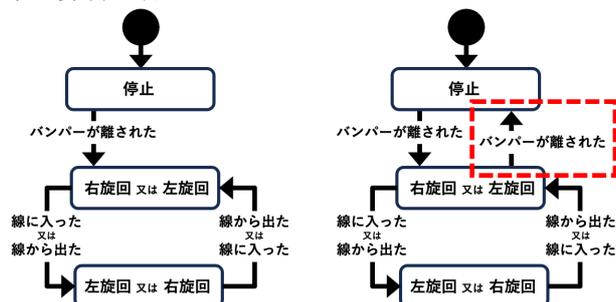
そこで我々は, UML を用いたモデル駆動開発 (Model Driven Development, 以下 MDD) の学習環境として SRPS⁽²⁾の開発・運用を行ってきた. これまで, 長野県内の中学校の技術科の授業や小学生向けのプログラミング学習イベントで試用を進め, 情報教育において MDD が教育利用で利点があることを明らかにしてきた.⁽²⁾

MDD を用いた演習授業での課題の一つに理解度の低い生徒への対応が挙げられる. 運用を行っている中学校では教員が教室内を見回り, 補助が必要な生徒(以下, 要補助生徒)に対して構造や記法のアドバイスをを行っている. この状況では教員の負担が大きく, 円滑な授業運用の妨げとなっている. そこで, 対策として要補助となりそうな生徒を早期に自動的に発見する方策を考えた. これにより, 生徒の進捗確認作業を軽減し, またトラブルの初期段階で発見することで, 簡単なアドバイスで対応できるようになり, 補助工数の削減が期待できる. 本稿では, 要補助生徒特有の動作などの傾向について検討する.

2. 分析対象

信州大学工学部では例年, 小学高学年向け UML モデリング演習 (以下, ひらとき^{*1}) を実施している. 2022 年 8 月のひらときにおいて, 我々は MDD を使ったプログラミング教室を開催し, 4つの課題の演習を行った. このうち, 最も要補助生徒が多かった

3 番目の課題⁽³⁾について分析することにした. この課題では, ロボットが黒曲線上に沿って走行することを要求としている. 図 1(a)に課題の要求を満たすような最低限の要素を持つモデル図(以下, 最簡形モデル図)を示す. 提出された 17 名分のモデリング過程のデータのうち破損のなかった 15 名分のデータを対象に分析を行った.



(a)最簡形モデル図 (b)汎用性の高いモデル図
図 1.分析対象課題のモデル図

3. 分析手法

本稿では補助が必要な生徒のモデリングの過程で試行錯誤している様子に着目した. これは, 生徒がモデリング中に補助が必要になった場合, 指導者によるサポートがあったため, 全ての生徒が最終的には要求を満たすモデル図を記述しているためである.

分析にあたっては, 「総演習時間」, 「総操作回数」, 「最簡形モデル図に至るまでの操作時間」, 「最簡形モデル図に至るまでの操作回数」の4つの項目に着目することとした. まず, 要補助生徒は円滑な演習を行った生徒に比べ演習時間や操作回数が多い傾向が予想され, これら2項目が要補助生徒の検出のための実態を表しているのか検討を行った.

最簡形モデル図を記述するために要した時間の平均は, 演習の最初の操作から最後に操作を行うまで

*1 日本学術振興会「ひらめき☆ときめきサイエンス」

の時間平均の52%であった。この原因は、一部の生徒が最簡形モデル図を記述した後、より汎用性の高い動作のためにモデル図に追記を行ったことや、モデル図の配置調整を行い、可読性の高いモデル図へ磨きをかけていたためである。モデルへの追記の例として、図1(a)のモデル図から図1(b)のモデル図へのように「右旋回又は左旋回」→「停止」への遷移を追加するものがあげられる。以上のことから、単純な演習全体の時間(以下、総演習時間)や操作回数(以下、総操作回数)だけが、演習の困難さの実態を表しているわけではないと考えた。

そこで、本稿では、「総演習時間」、「総操作回数」、「最簡形モデル図に至るまでの操作時間」、「最簡形モデル図に至るまでの操作回数」の4項目のうち1つでも「第3四分位数+四分位範囲×1.5」以上の値をもつ生徒を要補助生徒と定義した。

その後、生徒全員のモデル図の過程を列挙、整理をおこない要補助生徒のみにみられる特徴を抽出した。

4. 結果・考察

前述の分析を行った結果、図3のように、要補助生徒に該当したのは4名で、要補助生徒のみにみられた特徴を2つ確認した。

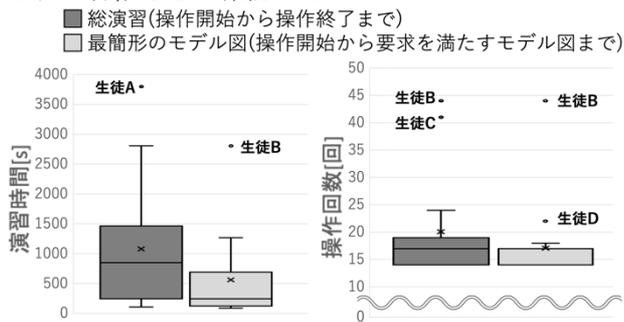


図3.操作時間と操作回数の箱ひげ図

4.1 「要求を満たすため必要ない動作を含む」場合

モデル図の過程で要求を満たすためには必要ない「前進」を動作に持つ状態をモデル図中に記載していた生徒3名の全ては要補助生徒であった。生徒が前進状態を用いた要因として、「前進」の動作はこれ以前の2つの課題で使用していた動作であること、生徒への課題の要求説明資料に影響を受けたことが考えられる。説明資料では前進を用いずに要求を満たすことができると明示した上で、「最初は停止、バンパーが離されたら前進、黒い線に沿ってくねくね道を進もう」という文を使って要求を説明されており、この説明文の影響を受け前進を用いた可能性が示唆される。

4.2 「一度経過したモデルに戻る」場合

あるモデル過程を経て、幾度かの操作をおこなったのち、同じモデル過程に戻ってくるような系列がみられた。この系列を持つ生徒3名全ては要補助生徒であった。図4は、操作系列のうち、生徒の1人のモデル図の経過を図示したものの一部で、一度経過したモデル図に戻っている様子が確認できる。

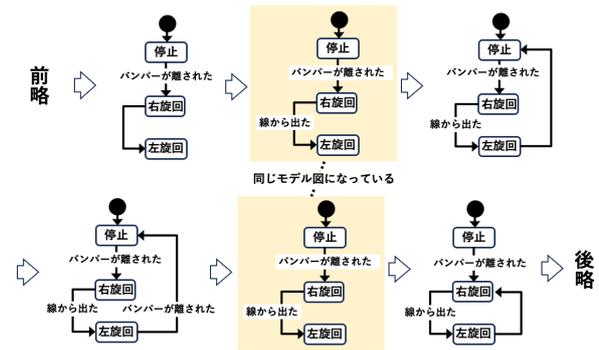


図4.一度経過したモデルに戻る場合の例

また、この一度経過した状態に戻るまでの経路中のモデル図の過程には、図5のような円滑なモデリング過程にはないモデル図が複数存在しており、他の生徒との乖離の様子が確認できた。こういった乖離していた状況から、他の生徒と同じような状況に戻っているのは、指導者による助言を受けたことにより、生徒がモデルを元の状態に戻した可能性が示唆される。

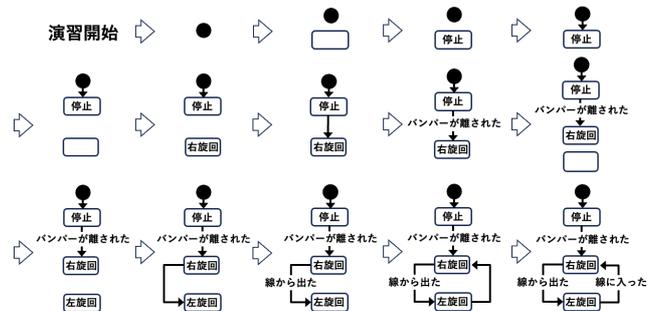


図5.円滑なモデリングを行った過程

5. 終わりに

本稿では、モデリング授業において、「総演習時間」、「総操作回数」、「最簡形モデル図に至るまでの操作時間」、「最簡形モデル図に至るまでの操作回数」がそれぞれ極端に多い生徒を要補助生徒と定義した。これら要補助生徒のモデリング過程に関しては他の生徒にはない特徴が存在することが分かった。今回の分析では、「要求を満たすために必要のない動作を用いている」場合と、「一度経過したモデルに戻る」場合の2つが確認できた。今後は、こういった要補助生徒の特徴を自動検出できるようなアルゴリズムやソフトウェアの開発を行っていく。

参考文献

- (1) 文部科学省：情報教育の推進<https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1369613.htm>(参照 2023-05-25)
- (2) 丸山凌凱他,中学校技術科での利用を想定したモデリング学習支援環境とその授業実践,情報処理学会論文誌 デジタルプラクティス Vol.4 No.2 85-97 (2023)
- (3) TRAN NGOC THAO 他,MDD を利用したプログラム教材における 2021 年度と 2022 年度の小学生向けワークショップの実践と評価, 第 48 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 投稿中 (2023).