

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801
 研究種目：基盤研究(C)（一般）
 研究期間：2018～2021
 課題番号：18K11565
 研究課題名（和文）複数の診断機能により学習者に多面的な気づきを与えるモデリング学習支援システム

研究課題名（英文）A modeling learning support system giving learners a multifaceted awareness through multiple diagnostic functions

研究代表者
 酒井 三四郎（SAKAI, Sanshiro）
 静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：70170553
 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では初学者のモデリング学習活動を支援し、その習得を促進するシステムを開発した。学習者はUMLを使用して、情報システム構築に関わるユーザや開発者の立場で、対象の業務やシステムをモデル化するために必要な講義を受ける。そして、演習を通じてその知識を確かなものにしようとしている状況を想定した。先行研究で開発したクラス図とオブジェクト図間にある矛盾を検査する一貫性・明瞭性診断機構に加えて、学習者の修正作業誘導機能、シナリオのオブジェクト図への反映度診断機能、モデル駆動開発によるモデル診断機能など、複数の診断機能を統合したシステムにより、学習者に多面的な気づきを与える学習支援システムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年のソフトウェア開発言語の高水準化によって「モデリング」教育の必要性が高まっている。企業情報システム開発においては、オブジェクト指向に基づくUMLを用いた設計が世界標準となっている。モデリングの国際会議MODELSでは教育者会議が行われており、その質的、量的な飛躍が求められている。

大学教育の現場では学生に主体的に学ばせることが重要であるが、本研究の対象とする学習内容においては、「正解」がいくつも存在し、学生の躓きの原因も様々である。学生が教師の助言や、グループ内の議論によってその問題を解決しなければいけないが、前者は量的に、後者は質的に限界がある。本研究の成果はこの状況を改善する。

研究成果の概要（英文）：In this research, we have developed a system that supports the modeling learning activities of beginners and promotes their learning. Learners receive lectures necessary for modeling the target business and system from the standpoint of users or developers involved in information system construction. Then, I envisioned a situation where they were trying to secure that knowledge through exercises. We have developed the following features: In addition to the consistency / clarity diagnosis mechanism that inspects the inconsistency between the class diagram and the object diagram developed in the previous research, the learner's correction work guidance function, the reflection degree diagnosis function of the scenario in the object diagram, and the model diagnosis function using the model-driven development.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：オブジェクト指向 モデリング 学習支援 UML モデル駆動開発

1. 研究開始当初の背景

近年のソフトウェア開発言語の高水準化によって「モデリング」教育の必要性が高まっている。企業情報システム開発においては、オブジェクト指向に基づく UML を用いた設計が世界標準となっている。2000 年以降、モデルベース開発(MDA: Model Driven Architecture または MDD: Model Driven Development) および支援ツールの実用化が進んでおり普及段階にある。これを受けて、モデリングの国際会議 MODELS では教育者会議が行われており、モデリング教育の質的、量的な飛躍が求められている。

本研究で開発しようとする総合的な学習システム開発の例はない。様々な学習活動の場面で複数の支援機能を組み合わせて利用できること、実用レベルのシステム開発を目標としている点で、独創性および有用性がある。また、大学教育の現場では学生に主体的に学ばせることが重要であるとされている。本研究の対象とするような学習内容においては、「正解」がいくつも存在し、学生の躓きの原因も様々である。学生が教師の助言や、グループ内の議論によってその問題を解決しなければいけないが、前者は量的に、後者は質的に限界がある。本研究の成果はこの状況を改善することが期待できる。

2. 研究の目的

本研究は初学者のモデリング学習活動を支援し、その習得を促進しようとするものである。学習者はモデリング言語として UML を使用して、情報システム構築に関わるユーザや開発者の立場で、開発対象の業務やシステムをモデル化するために必要な講義を受ける。そして、教員の設定した課題に対して、演習を通じてその知識を確かなものにしようとしている状況を想定する。

本研究はこのような学習活動を支援するシステムを開発する。そのシステムは主に、先行研究で開発したクラス図とオブジェクト図間にある矛盾を検査する一貫性・明瞭性診断機構を用い、加えて、学習者の修正作業誘導機能、シナリオのオブジェクト図への反映度診断機能、モデル駆動開発によるモデル診断機能を有する。これら複数の診断機能を統合したシステムにより、学習者に多面的な気づきを与えるモデリング学習支援システムを開発する。

3. 研究の方法

本研究では図 1 に示すような以下の機能を開発する。

(1) シナリオに対応するオブジェクト図作成支援機能の実現

一般に複数のユースケースがあり、一つのユースケースに複数のシナリオが存在する。そして、一つのシナリオに対して、一つのオブジェクト図を作成するが、それはシナリオの進行に伴って変化するので、いくつかのスナップショットを作成する必要がある。既存の UML 図エディタは図一つ一つを作成する機能は有するが、このような一群のオブジェクト図を効率よく作成する機能はない。一群のオブジェクト図には共通する部分が多いことを手がかりに効率化の手法を採用したオブジェクト図作成支援機能を実現する。実現済みのオブジェクト図自動生成機能も効率化の一手法として活用する可能性を追求する。

(2) 一貫性・明瞭性診断機能に基づく、効果的な修正ガイド機能の実現

先行研究で、クラス図からオブジェクト図の自動生成機能を実現し、学習者が自ら作成したオブジェクトモデルの検証、クラスモデルの多重度誤りの発見を支援することができた。また、クラス図とオブジェクト図の一貫性・明瞭性診断機能を実現し、クラス図とオブジェクト図間との矛盾の指摘(一貫性診断)だけでなく、曖昧である箇所の指摘(明瞭性診断)を行い、学習者が自身のモデルを改善することができた。しかし、種々の診断結果を元に、試行錯誤する過程が観察され、なかなか収束しない学習者も見られ、時間がかかる場合もあった。そこで、多数の診断情報があるときに、その全てを画一的に学習者に示すのではなく、学習者モデルとある種の(教授)戦略に基づいて、フィルタリングと並べ替えを行い学習者に示すことにする。このガイド機能によって、途中で挫折する学習者の発生を抑制する。

(3) シナリオのオブジェクト図への反映度検査機能の実現

一般にシナリオは自然言語で記述される。そのままの形で検査対象とするか、学習用であることから教師によるタグ付けを行って検査しやすい形態にするかを検討する。その上で、シナリオ文中の単語がオブジェクト図中にインスタンス名、属性名、属性値、関連名として「適切に」登場しているかを検査する機能を実現する。正確には「登場」しているだけでは不十分であり、「適切に」の中身を定義する必要がある。自然言語処理の研究成果を利用して、係り受けの解析に基づいて、できる限り正確に、どの部分が反映できていないかを助言をできるように工夫する。また、「反映度」を定量的に評価できるメトリクスを考案する。

(4) モデル駆動開発技術によるモデルベース実行機構の実現

モデル駆動開発(MDD)技術ではコードの自動生成によって、モデル上での検証が可能であり、作成したモデル図をすぐに動作として確認することができるため、モデル図の評価手段の一つとして用いることができる。さらに、設計と実装を完全に分離することができるため、モデリングに集中して開発できる。従って、MDD を初学者のモデリング学習に活用することで、モデリングに重点を置いた教育が行え、モデリングスキルの向上が図れると考えられる。そのために、

コードの自動生成機構を実現する。その際に、ある程度、ドメインを限定しなければいけない見込みであるが、学習環境として割り切れれば、高い確度で実現できる。

ただし、図中の(a)~(g)は以下の活動を示す。

(a) ユースケースとシナリオを読み取って、システムを表現したオブジェクト図を作成する。

(b) ユースケースとシナリオを読み取って、(a)で作成したオブジェクト図も参考にしながら、システムを表現したクラス図を作成する。

(c) クラス図を読み取って、そのモデルが表現する具体的な状況（インスタンスレベル）を理解し、オブジェクト図を書く。

(d) 作成したクラス図を読み取って、(c)で作成したオブジェクト図も参考にしながら、そのクラス図がシステムへの要求を満たしているかどうかを吟味する。

(e) 必要に応じてクラス図やオブジェクト図を修正する。

(f) 静的モデルに加えて、状態遷移図による動的モデルを作成する。

(g) モデル駆動開発技術を用いて、自身のモデルを動かして、モデル全体の正しさを吟味する。

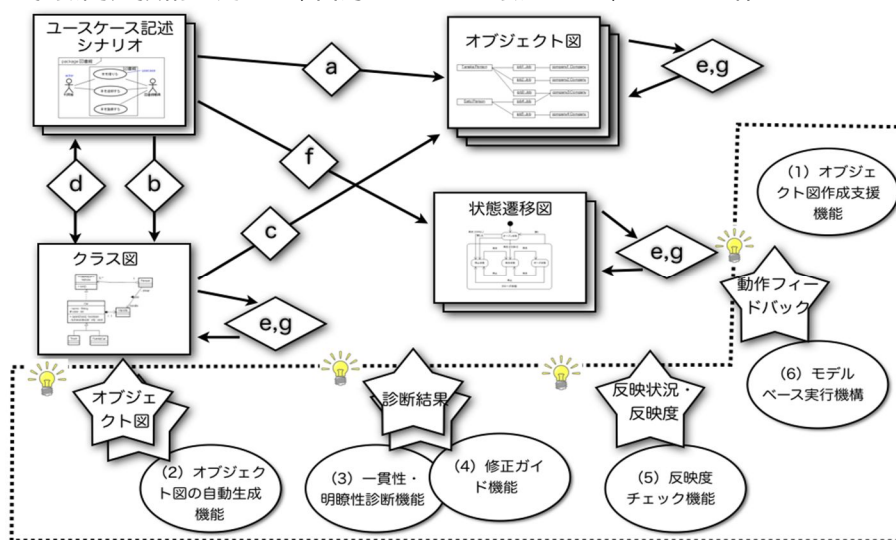


図1 複数の診断機能により学習者に多面的な気づきを与えるモデリング学習支援システム

4. 研究成果

主として、以下の3点の成果をあげた。開発した全てのシステムは ChangeVision 社が提供する設計支援システム「Astah*」のプラグインとして実装した。

(1) UML におけるシナリオのオブジェクト図への反映度を診断するツールを開発した。一般にシナリオは自然言語で記述されるので、そのままの形で検査対象とすることは難しい。学習用であることから教師によるタグ付けを行って検査しやすい形態にした。その上で、シナリオ文中の単語がオブジェクト図中にインスタンス名、属性名、属性値、関連名として適切に登場しているかを検査する機能を実現した。その結果、どの部分が反映できていないかを助言できるようになった。その有効性を確認するための評価実験を行った。難易度の違う2種類の問題で実験を行ったところ、難易度の高い問題において学習効果を確認することができた。作成したツールは本来想定した使用方法で使われていることおよびアンケート結果から、作成した診断ツールの有効性を確認できた。

(2) 作成したクラス図を自己診断し、改善する活動(リファクタリング)を支援することを通じて、モデリング能力を高めることを狙ったシステムを開発した。ソフトウェアの品質を評価するためのメトリクスが多数提案されているが、そのほとんどがソースコードを対象としており、クラス図に対してメトリクスを計算することができない。このシステムはメトリクスによるクラス図の評価及び、構造的欠陥の検出機能、その構造的欠陥に対して適切であると思われるリファクタリング手法の提示機能、クラス図に対するリファクタリング手法の適用機能を有している。このツールと既存のクラス図評価ツールを用いて比較実験を行った結果、提案ツールは既存のツールよりも有効とは言えなかった。しかし、リファクタリングの前後でクラス図に起こった変化やアンケートの結果から、クラス図のリファクタリング支援において一定の効果があることがわかった。

(3) 学習者が自身のモデル図の妥当性を検証・改善できるようになることを目的に、モデル駆動開発 (MDD: Model Driven Development) を用いて、モデルの動作状況を可視化させる学習支援機能を実現した。MDDによりモデルを動作させ、その実行ログを利用してモデルを検証し誤りの気づきを促進する。学習者の自己改善によりモデルの質が向上すれば、早期段階から指導者のより高次の指導が期待できるようになる。学習者の誤りを想定したケーススタディを行った結果、6 ケース中5 ケースでモデルの改善に繋がる気づきを与える一定の効果が期待できることが確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 塚本涼, 酒井三四郎
2. 発表標題 モデル駆動開発を利用した UML モデリング学習支援
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会講演論文集, 4-763 ~ 4-764
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 相曽輝, 酒井三四郎
2. 発表標題 学者に対するシナリオのオブジェクト図への反映度診断支援
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------