

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 19 日現在

機関番号：35403
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23650537
 研究課題名（和文） シナリオ創発によるプロジェクトマネージャ向け論理的思考学習システム構築への挑戦
 研究課題名（英文） A challenge towards realization of a learning system for logical thinking aiming project managers by emergent scenario
 研究代表者
 秋吉 政徳（AKIYOSHI MASANORI）
 広島工業大学・情報学部・教授
 研究者番号：20403040

研究成果の概要（和文）：プロジェクトマネージャとしての論理的思考を強化するために、「シナリオ創発」の考えに基づいて「学習シナリオ」を提供するシミュレータを構成し、学習支援として学習者の行ったオペレーションに対して「規範の習得不足を指摘する質問生成」や「オペレーションそのものの改善点の指摘」といった機能を実現した。

研究成果の概要（英文）：We developed the project manager skill-up simulator that provides learning scenarios based on “emergent scenario” to enhance logical thinking, and realized learning functionalities such as “question generation for lacking reference principle” and “indication of improvement on a learner’s operations”.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：知識情報処理

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：プロジェクトマネジメント、論理的思考、シナリオ創発

1. 研究開始当初の背景

システム開発の大規模化と複雑化に伴い、開発プロジェクトの組織の階層化や開発分担をプロジェクト計画時に周到に準備していても、納期遅延や費用の増大が問題となっている。このことを背景に、有能なプロジェクトマネージャへのニーズが高まる一方で、その育成に関しては座学や OJT が中心のままで不十分であることが指摘されている。そこで、そもそも必要とされる論理的思考を強化するために“シナリオ創発”という新しい視点からの学習環境の構築を試みた。

2. 研究の目的

論理的思考を強化するには、状況を分析・判断し、オペレーションを行うという学習環境において、学習者に提示される状況は既定でないシナリオが望ましく、このような学習者とオペレーション対象のプロジェクトが相

互作用する中でシナリオが創発されていくことを考え、以下の事項を明らかにしたうえでシミュレータを構築することを目的とした。

- (1) シミュレータとしては、プロジェクトモデルとしての汎用的な動作モデルとして、状態遷移ベースの表現形式を定義する。
- (2) 学習者のオペレーションは、前記状態遷移ベースのプロジェクトモデルへの外乱要因ととらえて、その影響タイミングや影響度を学習者オペレーションの属性として定義する。
- (3) 学習シナリオは、“創発”を前提としながらも、指導者が設定した学習目標を反映させる必要があり、そのための仕組みを明らかにしたうえで、シミュレータを構築する。

3. 研究の方法

本シミュレータは「問題解決型学習環境」

としての中核に位置づけられることを踏まえて、以下のような方法で研究を遂行した。

(1) 問題解決型学習の特徴分析

システム開発プロジェクトにおける計画策定や工程管理は、利用可能なリソースや守るべき制約を念頭に、状況に合わせて「問題解決」を繰り返している。そこで、シナリオはシミュレータによって動的に生成されるということと、その生成されるものが学習者とのインタラクションによって変容する場合に学習目標から大きく外れることがないという相反する性質を有している必要があることと分析の結果、結論づけた。

(2) 指導者からの学習環境としての要件分析

指導者は、「プロジェクトのコスト管理を学ばせたい」や「プロジェクトの品質管理を学ばせたい」などの学習目標を設定して、そのための学習シナリオを提供したいと考えている。この分析をもとに、以下の点をシミュレータの要件として結論付けた。

- ① 指導者は、学習目標を設定するだけで、学習シナリオ自体はシミュレータから生成される。
- ② 指導者は、学習目標と生成されるシナリオに対して、プロジェクトマネジメントとしての解（マネジメントとしての規範オペレーション）の存在を確認できる。

(3) 学習者からの学習環境としての要件分析

学習者はオペレーションをシミュレータ上で実行した結果として、工程管理で一般に用いられる品質(Quality)、コスト(Cost)、納期(Delivery)を提示されるだけでは、「どのオペレーションが、良くない結果につながったのか」や「規範的な考えと異なっていた点は何であるか」といったことを理解することはできない。論理的思考としては、このような「本質的な判断ミス」の原因を理解する必要があるために、以下の点をシミュレータの要件として結論付けた。

- ① 学習者は、学習目標を理解したうえで、「問題解決」として現実のプロジェクトと同様のオペレーションを行うことができる。
- ② 学習者は、「問題解決」のプロセスを評価され、学習に対するフィードバックを得ることができる。

4. 研究成果

本シミュレータの構成は、図1に示すとおりであり、指導者ならびに学習者が必要なインタラクションを行って、「シナリオ創発」に基づいて論理的思考を強化する学習を行うことを実現している。

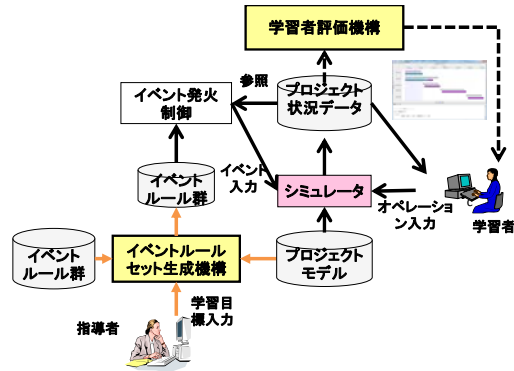


図1 論理的思考学習環境の構成

この中で、「プロジェクトモデル」には、開発モジュールごとの技術ドメインとその難易度やモジュール間の親子関係、開発作業を行う際に要求される人員のスキルレベルが記述されている。このデータを読み込んだシミュレータは、学習者にガントチャートでプロジェクト状況を提示するとともに、学習者からのオペレーションを受け付けて、それ以降のプロジェクト状況を動的に算出するが、この際に「イベントルール群」と記述されたものがプロジェクト状況に応じて発火し、シミュレータはこの影響も反映したシナリオを生成する。ここで、「イベントルール群」とは、指導者が設定した学習目標にそったシナリオを生成するための仕掛けであり、例えば「品質」の管理が大変なプロジェクトマネジメントを学ばせようとするならば、「予期せぬバグの発生」といったイベントが状況に応じて発火するといったものである。

このために、「イベントルールセット生成機構」では、指導者により設定された学習目標に応じたイベントルールを全イベントルールから取捨選択することで必要なルールを導出する。一方、「学習者評価機構」では、学習者が行ったオペレーションをもとに、「質問生成」や「改善個所提示」によって、学習者の理解を促進する。このように指導者側、学習者側の立場にたった機構を追加することで、学習環境としての機能を実現する。

(1) イベントルールセット生成機構

指導者が設定した学習目標にそったシナリオを生成するためには、あるイベントルールがプロジェクト状況に応じて発火しなければならない。しかしながら、学習者のオペレーションやもともとのプロジェクトの性質によって起こりうるプロジェクト状況が非常に多様であるために、適切なイベントルールセットを予め手動で設定することが困難である。そこで、プロジェクトの性質を記述したプロジェクトモデルと、学習者のさまざまな行動パターンを模擬した形でシミュレータに入

力するエージェントプログラムを用いて、シミュレーションを繰り返しながら最適なイベントルールセットを決定することから導出することとする。図2に、この概要を示す。

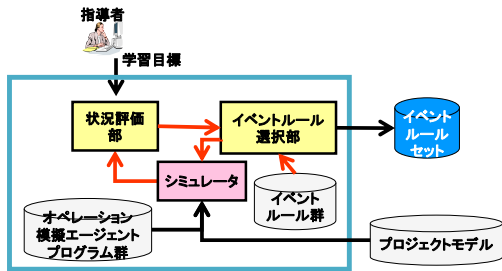


図2 イベントルールセット生成機構

イベントルールセット生成機構は、指導者による学習目標を入力とし、イベントルール群を出力とする。指導者が学習目標を入力すると、イベントルール選択機構は全てのイベントルールからイベントルールの組合せを選択し、選択した組合せをイベントルール群としてシミュレータに入力する。シミュレータは入力されたイベントルール群を用いた際のシミュレーション結果を、結果解釈機構に出力する。結果解釈機構は、シミュレーション結果から指導者が入力したプロジェクト状況がどの程度生成されているかを判定し、イベントルール群の評価としてイベントルール選択機構に出力する。イベントルール選択機構は評価を受け、イベントルールを再選択し、新たなイベントルール群としてシミュレータに入力する。これらの処理を繰り返す、最終的に1つのイベントルール群を出力する。

(2) イベントルール記述

イベントルールセット生成機構において用意されているイベントルールは、図3に示す通り、発火条件文とアクション文から成る。発火条件文には、プロジェクトの各状況において、アクション文に記述されたイベントをどの程度の確率で発火させるかを記述する。なお、イベントの発火確率は、プロジェクト状況が良いほど高くなるように設定すべきである。例えば、品質崩れプロジェクトを学習目標として、指導者が品質目標達成見通しを「悪」として状況入力を行った場合、品質目標達成見通しが良い学習者ほどイベントの発火確率を上昇させ、品質目標達成見通しを悪くする必要がある。従って、品質、コスト、納期の観点から学習者のプロジェクト状況の評価する関数を定義し、その関数を取る値によって確率を変動させる仕組みを組み込んでいる。

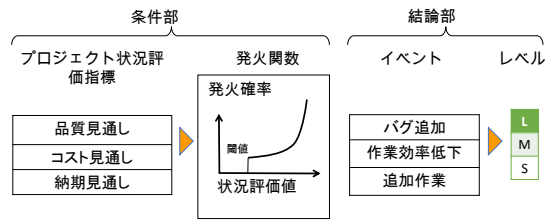


図3 イベントルール記述

学習支援としての学習者評価機構は、以下のとおりである。学習者がオペレーションを行った結果は、前述のQCDによるプロジェクト結果として得られるが、この良し悪しによる学習者評価だけでは、「問題解決能力」の育成にはつながらない。そもそも、さまざまなプロジェクトを成功に導くとされるプロジェクトマネージャは、状況においてどうすればプロジェクトを成功に導けるかの「規範」と呼べるものを有しており、この「規範」に即した「規範オペレーション」を実行している。そこで、ある程度のOJTやシミュレータを通して、このような「規範」を習得していそうな学習者に対しては、「規範」の一部の欠落によるオペレーションのミスがあるかどうかを見極める必要がある。また、初学者においては、「規範」の習得前であるとの前提にたち、オペレーションの改善箇所を提示することで、オペレーションへの理解を深め、「規範」の習得を促すことが重要である。従って、学習者を評価する際には、この2つの観点から行うべきであり、特に「規範」の一部が欠落したことによるオペレーションのミスは、「規範オペレーション」との比較によって同定した後に、例えばその箇所を質問するといった方法を行う。加えて、この「規範」については、指導者の手間を省くという観点から人手で設定する必要がないように、シミュレータとして整備する。

(3) 規範オペレーションの生成

図4に、規範オペレーションを生成する方式の概要を示す。

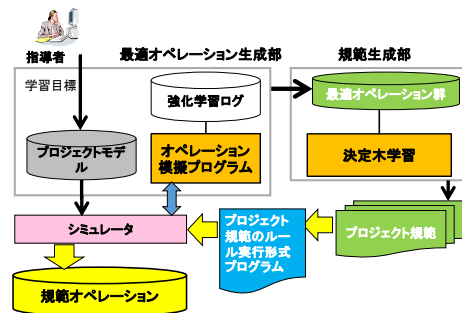


図4 規範オペレーションの生成方式

「規範」は、さまざまなプロジェクトにおいて成功に導くためのルールであり、「規範オペレーション」はそれに基づいて対

象とするプロジェクトごとに具体的なオペレーションとして導出されるものである。ここで、規範オペレーションの元となる規範を作成するために、シミュレータ上で各プロジェクトモデルに予め設定された学習目標に対応する評価が最大となる最適オペレーションを導出し、これらをもとに「規範」をルールとして取り出す。

(4) 規範の習得不足を指摘する質問生成

図 5 に、学習者が複数のプロジェクトモデルに対して学習した結果から、「規範」の習得不足を指摘する質問を生成する方式の概要を示す。学習者評価として、「規範」の一部の欠落によるオペレーションのミスがあるかどうかを判定するには、学習者が複数のプロジェクトモデルを用いた学習結果を用いる。シミュレータによる学習結果は、学習者が行ったオペレーションやプロジェクト状況、結果などのプロジェクトログとして出力されるが、3 種類の「正しくない」オペレーションがある。すなわち、様々なプロジェクトモデルで頻繁に実行した「正しくない」オペレーション、あるプロジェクトモデルで頻繁に実行した「正しくない」オペレーション、偶然実行した頻繁ではない「正しくない」オペレーションである。様々なプロジェクトにおいての状況に応じた適切なオペレーションを遂行する能力を身に付けるために、前述した中で様々なプロジェクトモデルで頻繁に実行した「正しくない」オペレーションに関する箇所を「問題箇所」として特定し、その箇所を質問する機能として実現する。

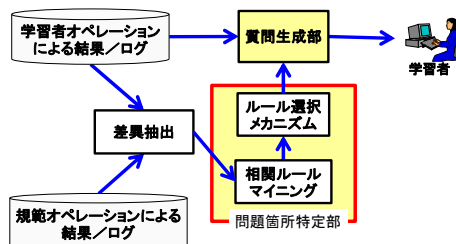


図 5 質問生成方式

(5) オペレーションそのものの改善点の指摘

図 6 は、あるプロジェクトモデルに対する具体的には学習者オペレーションの改善箇所を指摘する方式の概要を示す。オペレーションの改善箇所を提示するには、学習者が行ったオペレーションを元に行う必要があるが、その際に学習者がオペレーションを行っていない箇所に対して、実はオペレーションを行うべき場合だという改善も考慮しなければならない。このために、オペレーションとプロジェクト結果との関連付けをオペレーション特

徴と定義し、決定木学習を用いたオペレーション特徴群の抽出と、それによる改善箇所特定を行う。

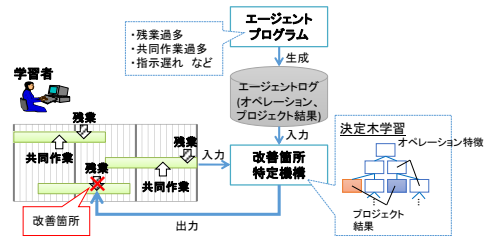


図 6 オペレーション改善点指摘方式

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 7 件)

- ① 田口明義, 岩井康一, 鮫島正樹, 秋吉政徳, プロジェクトマネージャ育成シミュレータにおけるシナリオ生成のためのルール群決定方式, 平成 23 年電気関係学会関西支部連合大会, 30P1-28, pp. 399-400 (2011. 10)
- ② 岩井康一, 鮫島正樹, 秋吉政徳, プロジェクトマネージャ育成シミュレータにおける学習目標からのシナリオ生成方式, 第 4 回横幹連合コンファレンス, 1E3-1 (2011. 11)
- ③ Keiichi Hamada, Masanori Akiyoshi, and Masaki Samejima, A Generation Method of Reference Operation using Reinforcement Learning on Project Manager Skill-up Simulator, in Proc. of 4th Int. Conf. on Knowledge Management & Information Sharing (KMIS 2012), pp. 15-20 (2012. 10) (スペイン)
- ④ Minami Otsuki, Masanori Akiyoshi, and Masaki Samejima, An Improvement Method of User Operations using Decision Tree on Project Manager Skill-up Simulator, in Proc. of 4th Int. Conf. on Knowledge Management & Information Sharing (KMIS 2012), pp. 158-163 (2012. 10) (スペイン)
- ⑤ Masanori Akiyoshi, Masaki Samejima, and Norihisa Komoda, A Project Manager Skill-up Simulator Towards Problem Solving-based Learning, in Proc. of 4th Int. Conf. on Knowledge Management & Information Sharing (KMIS 2012), pp. 190-195 (2012. 10) (スペイン)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秋吉 政徳 (AKIYOSHI MASNORI)
 広島工業大学・情報学部・教授
 研究者番号：20403040