

# プロジェクトマネージャ育成シミュレータにおける 学習者オペレーションの問題個所に関する質問生成方式

A Question Generation Method of User Defective Operations  
on Project Manager Skill-Up Simulator

本庄 智也\*<sup>1</sup>  
Tomoya Honjyo

秋吉 政徳\*<sup>2</sup>  
Masanori AKIYOSHI

鮫島 正樹\*<sup>3</sup>  
Masaki SAMEJIMA

\*<sup>1</sup>京都大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

\*<sup>2</sup>広島工業大学情報学部

Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

\*<sup>3</sup>大阪大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

This paper addresses a question generation method of a user defective operations on project manager skill-up simulator. Project managers of software development need to perform various operations as overtime directive or supervising action along with the progress of the project. However, such skills cannot be acquired simply by OJT(On the Job Training) or classroom study. Our developed simulator provides interactive functions as to operations and records a user's operation log with several evaluated data. To enhance the learning environment, it is necessary to realize effective feedback as to a user's operations, that is, question generation on a user's defective operations. Our proposed method here generates such questions based on association rule mining techniques and filtering mechanism using a user's operation log and a reference operation log. Experimental results shows our method generated appropriate questions compared with manually generated questions.

## 1. 序論

近年、ソフトウェア開発の増加・大規模化にともない、ソフトウェアの開発を成功に導くプロジェクトマネージャ(以下PM)が必要とされている。2008年5月の高度ICT人材育成に関する研究会の報告では、これからの育成に取り組むべき人材として、プロジェクトマネージャが挙げられている[1]。

PMには、プロジェクトマネジメントに関する知識に加え、実際のプロジェクト経験が必須である。例えば、PMP(Project Management Professional)の資格を取得するには、PMBOK(Project Management Body Of Knowledge)[2]と呼ばれるプロジェクトマネジメントの知識体系を理解しているだけでなく、プロジェクト業務を指揮・監督する立場で、4,500時間の実務経験、および36ヶ月のプロジェクトマネジメント経験(大学卒業者の場合)が必要であり、プロジェクトの遂行力を経験に基づくものとしている。

しかしながら、PMの育成を考えたとき、実際のプロジェクト経験による育成(OJT)だけでは不十分である。OJTでは、メンタリングやコーチングが必要であり[3][4][5]、そのために良い指導者に恵まれるかなどの問題があることから確実性に欠け、加えて多様なプロジェクトのケースを学ぶことには限界がある。

従って、プロジェクトマネジメント経験の浅いPMやPM候補生に対して、プロジェクトマネジメントに必要なスキルや知識を体系的に定着させると共に、多様なプロジェクトのケースを用いた学習ができる環境があれば理想的である。例えば、drappa[6]は、自然言語によって、学習者が対話的にプロジェクトマネジメントを体験する”The SESAM simulator”を提案している。学習者は、人員に対して、スキルレベルや作業成果を尋ねながら、人員に作業を割り当てを行うものである。しかし、学習者は人員に対する質問と作業割り当てしか行えず、

連絡先: 秋吉政徳、広島工業大学 情報学部 知的情報システム学科、〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1、m.akiyoshi.we@it-hiroshima.ac.jp

プロジェクトの様々な状況に応じて、適切な手を打てるようになるためには行動が非常に制限されているという問題がある。そこで、我々は学習者がプロジェクト状況に合わせて人員に対し、残業指示や指導者との共同作業指示などのオペレーションを行えるインタラクティブな学習環境として、PM育成シミュレータを開発している。育成においては、学習者が行ったオペレーションに対する「振り返り学習」を実現する必要があり、本稿ではこれを実現するために、学習者オペレーションに関する問題箇所の質問生成方式を提案する。

## 2. プロジェクトマネージャ育成シミュレータ

### 2.1 動作概要

図1に、対象とするプロジェクトマネージャ育成シミュレータの構成を示す。このシミュレータは、プロジェクトマネジメントにおける実装管理フェーズを模擬しており、シミュレーションを開始すると、シミュレータはプロジェクトモデルから作業の情報と、各作業を担当する人員の情報を読み出し、学習者に提示する。プロジェクトの進行に伴い、シミュレータにより作業進捗やバグが一日単位で計算される。学習者は、出力される作業進捗を見ながら、残業や指導者との共同作業指示などのオペレーションを行うことができる。残業指示により、作業に遅れがある場合に遅延分を取り戻すように人員が作業することとなり、指導者との共同作業指示では、スキルが不足している人員の場合に指示を行った場合、デバッグ中に発生するバグがなくなり、作業進捗も少し増加する効果がある。全ての作業を終えた段階でシミュレーション終了となり、プロジェクト結果として品質、コスト、納期が出力される仕組みとなっている。

学習者は、プロジェクト開始時に設定されている日に加えて任意の日に、進捗チェックを行うことができる。進捗チェックでは、学習者が個々の開発中の作業に関する作業進捗、検出バグ数、追加された工数などの様々な情報を得ることができるが、これによって対象作業の1日の進捗はチェックに必要な時

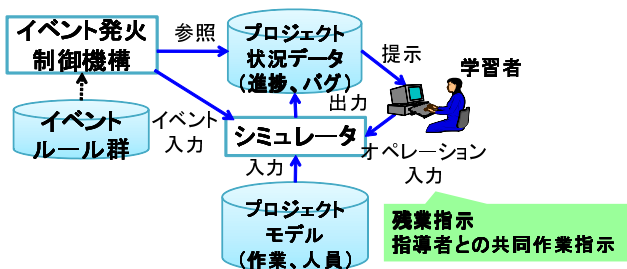


図 1: プロジェクトマネージャ育成シミュレータの構成

間分減少する。学習者は、これらの作業に関する情報とプロジェクトとしてのクリティカルパスがどうなっているかなどのプロジェクト全体を見ながら、各作業に対してオペレーションを行う。このように、学習者は進捗チェックにより情報を得ることで、プロジェクト状況に合わせてそのときの最適であると思われるオペレーションを実施し、プロジェクトマネジメントを体験することになっている。

### 2.2 学習環境としての課題

PM 育成における学習目標として、様々なプロジェクトに対応できる能力を身に付けることが期待されている。そのためには、シミュレータにおいて学習者が行ったオペレーションの中で、様々なプロジェクトでよく起こる状況において、頻繁に判断を間違える場合を対象にした「振り返り学習」が求められる。

学習者がシミュレータでプロジェクトを行った結果は、プロジェクトログとして出力される。このプロジェクトログには、学習者が行ったオペレーションやプロジェクト状況、結果などが含まれているが、3種類の「正しくない」オペレーションがあると考えられる。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は、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「振り返り学習」をする必要がある。この振り返り学習の対象となる「正しくない」オペレーションをしている箇所を「問題箇所」として特定できれば、その箇所を質問する学習環境を実現できる。しかしながら、学習者のプロジェクトログのみではこの「問題箇所」の特定ができないという課題がある。

## 3. 学習者オペレーションの問題箇所に関する質問生成方式

### 3.1 提案方式の概要

学習者のオペレーションログのみでは、本稿で対象とする「問題箇所」の特定が困難であることから、プロジェクトモデルの内容にかかわらず、状況に対して適切な指示やオペレーションを行うための共通の判断基準である「規範」と、それをプロジェクトに適用して導出される「規範オペレーション」を「正しい」オペレーションとして使い、学習者オペレーションとの比較を行うことで、特定を行うというアプローチを行った。このようにして特定された「問題箇所」に対して、再び学習者のオペレーションログを用いて、質問生成を行う。提案方式の概要を図 2 に示す。

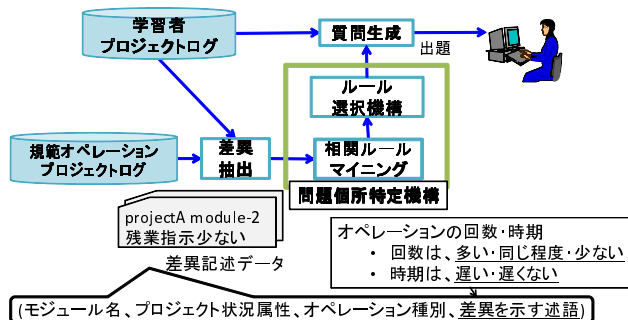


図 2: 問題箇所に関する質問生成方式の概要

まず、学習者のプロジェクトログと規範オペレーションのプロジェクトログの入力から、オペレーションの差異を抽出し、差異記述データを作成する。次に、問題箇所特定機構は、差異記述データに基づき問題箇所を特定し出力する。最後に、質問生成機構が問題箇所に関する質問をテンプレートに当てはめて生成し、学習者に出题する。

### 3.2 差異の抽出

学習者オペレーションと規範オペレーションの比較をモジュールごとに行う。差異を取る項目は、残業指示・共同作業指示それぞれの回数、最初に指示を行った時期を用いる。それらの項目の比較に基づく差異は、規範オペレーションと比べて、回数では「多い・同じ程度・少ない」、指示の時期は「遅い・遅くない」といった述語で記述される。このようにして、差異記述データが作成される。このとき、差異記述データには、モジュール名、オペレーションの種別、差異を表す述語とともに、そのモジュールにおけるプロジェクト状況属性として表 1 のものが記述されている。

表 1: プロジェクト状況属性

属性名	属性値
作業難易度	A,B,C の三段階 <sup>1</sup>
作業量	実数値
スキル不足の有無	true,false
遅延の有無	true,false
クリティカルパス上にあったか	true,false

<sup>1</sup> 難易度は A、B、C の順に難しい

### 3.3 問題箇所の特定

作成された差異記述データには、3種類の「正しくない」オペレーションが含まれている。問題箇所特定機構では、差異記述データに基づき、問題箇所を問題箇所特定ルールとして、プロジェクト状況属性とオペレーション種別、差異を表す述語の間の相関ルールの形式で抽出することで特定する。この問題箇所特定ルールを再び差異記述データに適用し、プロジェクト状況属性とオペレーション種別、差異の述語が同じものを問題箇所として出力する。図 3 に問題箇所特定機構により特定されるフローを示す。

#### 3.3.1 相関ルールマイニングによる特定

差異記述データを用い、相関ルールマイニングを行う。相関ルールマイニングは、事象間の強い関係を相関ルールの形で発見する、データマイニング手法の一つである [7][8]。相関ルー

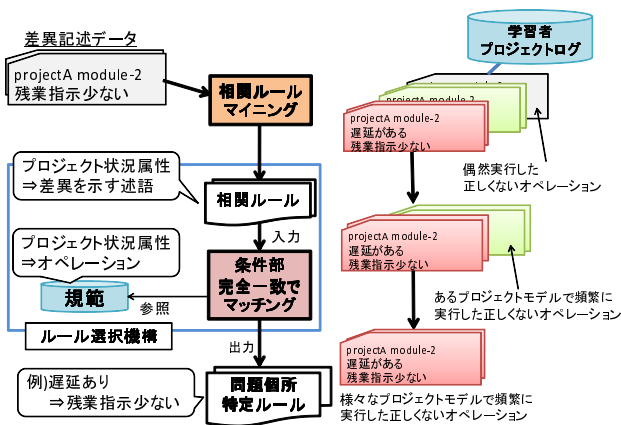


図 3: 問題箇所の特定フロー

プロジェクト2のmodule-4において、あなたは以下のオペレーションを行なった結果、下記になりました。どのようなオペレーションがよいですか？ 選択肢から選びなさい。

【あなたのオペレーション】  
7日目:残業指示 10日目:残業指示 13日目:残業指示

【あなたの結果】  
module-4のバグ数:4.585671513141908 コスト:3.5 開発期間:14

【選択肢】  
1:4日目:進捗チェック指示 8日目:残業指示 10日目:進捗チェック指示  
2:11日目:残業指示かつ進捗チェック指示 12日目:進捗チェック指示  
3:4日目:残業指示 7日目:残業指示かつ進捗チェック指示  
4:12日目:残業指示かつ進捗チェック指示 15日目:残業指示

図 4: 質問例

ルは、「 $A \Rightarrow B$ 」という形で表され、 $A$  という事象が発生した場合に  $B$  という事象が発生することを意味しており、 $A$  を前提条件、 $B$  を結論と呼ぶ。従って、プロジェクト状況属性と差異の述語に相関があるものが、相関ルールとして抽出される。この際に、支持度・信頼度にある一定の閾値を設定することで、偶然実行した「正しくない」オペレーションを特定するルールは、プロジェクト状況属性と差異の述語の間の相関が弱く、信頼度・支持度ともに低いため、抽出されず、取り除くことができる。

### 3.3.2 規範を用いた特定

抽出された相関ルールの中で、差異の述語が同じもので集める。次に、相関ルールの条件部をその帰結部である差異の述語に対応する規範の条件部とマッチングする。具体的には、差異の述語が残業指示が「少ない」ならば、規範において残業指示を行うときの条件部を参照しマッチングを行う。このとき、プロジェクト状況属性が、規範に記述されている条件部のプロジェクト状況属性と完全一致するものを選択する。規範は、プロジェクトモデルに関わらず状況に応じた適切なオペレーションの判断基準であるため、完全一致しないものは、特定のプロジェクト状況において、「正しくない」オペレーションをしているものであるからである。したがって、完全一致でマッチングを行うことで、あるプロジェクトモデルで頻繁に実行した「正しくない」オペレーションを特定する相関ルールは問題箇所特定ルールとしては出力されない。この結果、複数のプロジェクトモデルで頻繁に実行した「正しくない」オペレーションを特定する相関ルールのみ問題箇所特定ルールとして出力できる。

### 3.4 質問生成

問題箇所に関して、質問テンプレートに当てはめ、質問を生成する。この際に、図 4 に示すように学習者が行ったプロジェクトログを用い、どのようにオペレーションを行うべきであったかという質問を出題する。学習者は、そのプロジェクト状況を振り返り、どのようにオペレーションを行うべきだったか考え直す。学習者の解答の後、規範オペレーションを行った場合、どのような結果になるかを提示することで、規範オペレーションに関する理解を深めることで、そのプロジェクト状況における適切な判断基準を身に付けていく。このようにして「振り返り学習」を実現する。

## 4. 評価実験

10 個のプロジェクトモデルに対し学習者 A、学習者 B が学習を行った結果から出力されたプロジェクトログを用いた。学習者 A のプロジェクトログには 3 種類の問題箇所、学習者 B のプロジェクトログには、2 種類の問題箇所が含まれている。提案方式をもとに、それらの問題箇所を特定可能かの実験を行った。ここで、支持度 0.1 以上、信頼度 0.5 以上のルールを問題箇所特定に採用した。それぞれの学習者に対し、抽出された相関ルールの数を表 2 に示す。問題箇所特定ルールによって、学習者 A に対しては 2 種類、学習者 B に対しては 1 種類が特定された。

表 2: 抽出された相関ルール

	学習者 A	学習者 B
全相関ルール数	99	38
結論部が同じ相関ルールの種類	6	2
問題箇所特定ルール	2	1

また、問題箇所特定ルールと生成された質問数を表 3 に示す。質問としては、例えば、学習者 A の「スキル不足 共同作業指示少ない」という問題箇所に該当するモジュールに対し、どのようなオペレーションを行うべきであったかという質問を生成した。

表 3: 学習者に対する問題箇所特定ルールと質問数

学習者	ルール (質問数)
A	スキル不足 共同作業指示少ない (7)
	スキル不足 共同作業指示遅い (6)
B	スキル不足 共同作業指示遅い (5)

本実験では、両学習者に対して、「スキル不足でないが、共同作業指示が多い」という問題箇所は特定できなかった。この原因は、スキル不足という条件部に該当するが、異なる結論部を持つ箇所がプロジェクトログに多数存在するために、信頼度が低くなり、問題箇所特定ルールとして生成できなかったためである。しかしながら、特定できた問題箇所に対しては、学習者に 5 回以上の質問を正しくすることができたことにより、「振り返り学習」が実現できると考える。

## 5. 結論

本稿では、既存のプロジェクトマネージャ育成シミュレータ上で、学習者が行ったオペレーションに対する問題箇所の質問生成方式について提案した。

PM 育成の学習目標の一つに、様々なプロジェクトモデルに対応できる能力を身に付けるということが挙げられる。しかし、現在、学習者はシミュレータを通して、擬似的にプロジェクトを体験することができるが、学習者に提示できる結果として、品質 (Q)、コスト (C)、開発期間 (D) しか与えておらず、不十分である。そこで、学習者が複数のプロジェクトを行った結果、出力されるプロジェクトログを利用し、学習者の行ったオペレーションに対する問題点を指摘できる問題箇所特定機構を作成した。機構では、学習者が学ぶべき「正しい」オペレーションとして規範オペレーションを用い、学習者オペレーションとの比較に基づく、プロジェクト状況属性を含んだ差異記述データから支持度、信頼度の閾値を持った相関ルールマイニングと、規範の条件部との完全一致のマッチングにより、学習者の問題箇所を特定する。特定された問題箇所に該当するモジュールに関して、テンプレートに当てはめて、質問を生成し、学習者に対して出題する。提案手法の評価実験を通して、目的とした「振り返り学習」のための質問生成が可能となることを確認した。

今後の課題として、プロジェクト状況に対応した規範オペレーションとの比較や質問として生成する問題箇所の種類による優先順位づけが挙げられる。また、問題箇所がプロジェクトに与える影響を考慮し、影響の大きいものから重点的に質問生成し、学習者のオペレーション判断の基準を修正させるようにするなどが必要であると考えられる。

## 参考文献

- [1] 総務省, “高度 ICT 人材育成に関する研究会報告書” [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2008/pdf/080530\\_3\\_bs2.pdf](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/080530_3_bs2.pdf)
- [2] “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOKR Guide) - Fourth Edition”, Project Management Institute, 2008.
- [3] 小林雅史, 箱守知子, 磯部匡志, 赤坂幸彦, 村松充雄, “実践的プロジェクトマネージャを育成するメンタリング実施方法”, プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集 2005(秋季), pp.147-150, 2005
- [4] 神子秀雄, 岡田清久, 樋口光男, 猿谷清吾, 菅井麻紀, 千田貴浩, “メンタリング手法を活用したプロジェクトマネージャ育成の研究 (1)”, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.7, No.5, pp.27-29, 2005
- [5] “PM 育成ハンドブック”, プロジェクトマネジメント委員会
- [6] A. Drappa, J. Ludewig, “Simulation in Software Engineering Training”, in Proc. of the 2000 Int. Conf. on Software Engineering, pp.199-208, 2000
- [7] R. Agrawal, T. Imielinski, A. Swami, “Mining Association Rules between sets of Items in Large Databases”, in Proc. of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pp.207-216, 1993.

- [8] R. Agrawal, R. Srikant, “Fast Algorithms Forming Association Rules in Large Databases”, Research Report RJ 9839, in Proc. of 20th Int. Conf. on Very Large Data Bases, pp.307-328, 1994.