協調学習理論に基づくソフトウェア開発支援 の研究動向

蘆山淳雄[†]

概要: 協調学習理論が数多く提案されてきた。ソフトウェア開発は知識集約的かつ協調活動を伴う。近年ソフトウェア開発の協調活動の側面を協調学習理論に基づき説明した研究や協調学習理論を基礎としたソフトウェア開発支援システムが報告されている。本稿ではこれら研究事例の概要を紹介し、現状を体系的に整理することを試みる。

State-of-the-art of Software Development Support based on the Collaborative Learning Theories

Atsuo Hazeyama[†]

Abstract: Theories with respect to collaborative learning have been proposed. Software development has knowledge intensive and collaborative nature. In recent years, some studies explain collaborative aspects of software development based on the theories and others provide systems based on the theories. This paper introduces overview of the studies and summarizes the current state of the field.

1. はじめに

協調学習に関する理論(以下、協調学習理論と呼ぶ)が教育学、社会学、心理学等の分野で数多く提案されてきた^{2),4),7)}。稲葉らは協調学習の有効性を示唆する学習理論を概説し、協調学習環境と研究課題を紹介している⁹⁾。ソフトウェア開発は知識集約的かつ協調活動を伴う¹⁰⁾。近年ソフトウェア開発の協調活動の側面を協調学習理論に基づき説明した研究や、協調学習理論を基礎としたソフトウェア開発支援システムが報告されている。本稿ではこれら研究事例の概要を紹介し、現状を整理する。そして、協調学習理論に基づくソフトウェア開発教育支援の展望を述べる。

[†] 東京学芸大学
Tokyo Gakugei University

2. 認知的徒弟制を基礎とした研究事例

認知的徒弟制 (Cognitive Apprenticeship)²⁾ は初心者が熟練者の指導を受けて成長していくさまをモデル化したものである。熟練者が作業を行っている様子を観察するモデリング(modeling)、初心者が熟練者の支援を受けながら実践するコーチング (coaching)、初心者が独り立ちできるように熟練者による支援を徐々に減らしていくスキヤフォールディング (scaffolding)からなる。

Tholander らはオブジェクト指向モデリング学習の支援を対象に、次にあげる 3 つの機能を有する学習環境を構築した⁹⁾ :

- ・ 熟練モデラの問題解決の様子をビデオに記録し、閲覧可能にした
- ・ パターンライブラリの提供
- ・ リフレクション(振り返り)支援

3. 正統的周辺参加を基礎とした研究事例

正統的周辺参加 (Legitimate Peripheral Participation ; 以下 LPP と記す)⁷⁾は、学習コミュニティに参加した新参加者がコミュニティにおいて活動する過程で知識を獲得し、やがてコミュニティの十全の参加者になるさまをとらえたものである。

3.1 de Souza ら³⁾

de Souza らはソフトウェアリポジトリに登録されているコードモジュールの依存関係を可視化するツール Augur を開発した。そしてあるオープンソースソフトウェア (Open Source Software; 以下 OSS と記す)開発プロジェクトに適用し、他者のモジュールを参照するコードを作成していた開発者が、その開発者が作成したコードがやがて他者から参照されるようになるという現象を発見した。これを LPP における周辺の参加者が十全の参加者になったと解釈している。

3.2 Huang と Liu⁵⁾

Huang と Liu は OSS 開発における開発者のインタラクションを記述する表現モデルとして LPP を採用している。ソフトウェアリポジトリから改版履歴を抽出し、開発者の中心性を算出し、開発者を中核開発者と周辺開発者に分類している。

4. 分散認知を基礎とした研究事例

分散認知 (Distributed Cognition)⁴⁾は、学習コミュニティにおいてすべての知識を有する学習者は存在しないという認識に立ち、学習者は相互に知識を交換したり、外部の情報を活用して自らの課題を遂行しているさまをとらえたものである。

4.1 Ye¹⁰⁾

Ye はソフトウェア開発を分散認知の観点から捉え、プログラミングにおける問題解決の社会的側面を支援する STeP_IN を開発した。STeP_IN はサンプルプログラムの蓄積・共有、サンプルプログラムに関わる過去の議論へのリンク、専門家への質問を可能にする機能を提供している。

4.2 Aranda と Easterbrook¹⁾

Aranda と Easterbrook は、分散認知をソフトウェア開発における認知的側面の基礎理論とするために、分散認知と、社会ネットワーク分析(Social Network Analysis; SNA)と成果物分析を融合させたモデルを提案している。

4.3 Sharp と Robinson⁹⁾

Sharp と Robinson は、XP (eXtreme Programming)を分散認知の観点から考察している。物理的な Card と Wall の重要性を指摘している。

5. 分類・整理

前節までで述べた研究事例を、その基礎となる協調学習理論、分析・支援対象、特徴の観点から分類・整理したものを表 1 に示す。

表 1 協調学習理論に基づくソフトウェア開発支援の研究事例の分類・整理

研究事例	基盤とした理論	分析・支援対象	特徴
Tholander ら	認知的徒弟制	オブジェクト指向モデリングの学習支援	<ul style="list-style-type: none"> 熟練者の問題解決の様子を映像として記録したものを提供 パターンライブラリ リフレクション支援
de Souza ら	正統的周辺参加	OSS 開発のプログラミング	<ul style="list-style-type: none"> コードの参照・非参照関係の視覚化 視覚化を通して開発者の周辺の参加から十全的参加への移行を検出
Huang & Liu	正統的周辺参加	OSS 開発のプログラミング	<ul style="list-style-type: none"> コードの改版履歴から中心性を算出、OSS 開発者の役割を分類
Ye	分散認知	プログラミングにおける質疑応答支援	<ul style="list-style-type: none"> サンプルプログラム、それへの議論、専門家への問い合わせを可能にする開発環境を構築
Aranda & Easterbrook	分散認知	ソフトウェア製品のリリースチームにおけるコミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> 分散認知と、SNA・成果物分析を組み合わせた枠組を提唱
Sharp & Robinson	分散認知	XP を採用した企業のソフトウェア開発チームのタスク管理・情報共有	<ul style="list-style-type: none"> XP を分散認知から考察。Card と Wall の重要性を指摘

6. おわりに

本稿では、協調学習理論に基づいたソフトウェア開発支援並びに協調学習理論によりソフトウェア開発の振舞いの分析を試みた研究の概要を紹介し、この分野の現状を体系的にまとめた。

筆者は協調学習理論を基礎とした集合型のソフトウェア開発教育支援を検討している。Java

技術と DB 技術を用いた Web アプリケーション開発の個人単位の演習の遂行の様子を観察していると、学習者は認知的徒弟制と正統的周辺参加が融合した行動パターンをとっているように見える。すなわち、演習の初期段階では学習対象の知識を有している学習者はほとんどいない(ほぼ全員が学習コミュニティにおける新参者である)。そのような状況下で、教員が受講者全員に対して知識の教授を行っている。このうち、何人かが理解を深め十全的な参加者に近付きつつある。この学習者を中心に小さなコミュニティが発生し、他の学習者からの質問に答えたり、問題解決の支援を行ったりしている様子が見て取れた。今後は知識移転がどのようになされているのか客観的に把握するための実験を行うとともに、あるべき学習環境の構築へとつなげていきたい。

参考文献

- 1) Aranda, J. and Easterbrook, S. M.: Distributed cognition in software engineering research: Can it be made to work?. Proceedings of Workshop on Supporting the Social Side of Large-Scale Software Development, 2006.
- 2) Collins, A., Brown, J. S. and Holum, A.: Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. American Educator, pp.6-46, 1991.
- 3) de Souza, C., Froehlich, J. and Dourish, P.: Seeking the source: software source code as a social and technical artifact, Proceedings of the 2005 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work, pp.197-206, ACM Press, 2005.
- 4) Hollan, J., Hutchins, E. and Kirsh, D.: Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol.7, No.2, pp.174-196, ACM Press, 2000.
- 5) Huang, S.-K. and Liu, K.-M.: Mining version histories to verify the learning process of Legitimate Peripheral Participants, Proceedings of the International Workshop on Mining Software Repositories (MSR2005), ACM Press, 2005.
- 6) 稲葉晶子, 豊田順一: CSCL の背景と研究動向, 教育システム情報学会誌, Vol.16, No.3, pp.166-175, 1999.
- 7) Lave, J. and Wenger, E.: Situated Learning - Legitimate Peripheral Participation, Cambridge University Press, 1991.
- 8) Sharp, H. and Robinson, H.: A Distributed Cognition Account of Mature XP Teams, Proceedings of the Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering, 2006.
- 9) Tholander, J., Karlgren, K., Rutz, F. and Ramberg, R.: Design and Evaluation of an Apprenticeship Setting for Learning Object-Oriented Modeling, Proceedings of the Seventh International Conference on Computers in Education (ICCE99), 1999.
- 10) Ye, Y.: Socio-Technical Support for Knowledge Collaboration in Software Development Tools, Proceedings of Workshop on Software Engineering and Usability Engineering, <http://www.se-hci.org/bridging/interact2005/WS11Proceedings.pdf>, 2005.