

UML を対象とした同期型分散共同モデリング支援システムにおけるアウェアネス支援機能の実現と評価

鄭 麗君[†] 樫山 淳雄[†]

概要：協調作業を構成する重要な要素の一つにアウェアネスがある。しかし、同期・対面作業では当たり前のアウェアネスが分散環境では欠落するため、分散環境下での協調作業においてアウェアネスの支援が必要となる。本論文では UML ダイアグラムを対象とした同期型共同モデリングにおけるアウェアネス支援に関する問題点を明確にし、問題点を解決する機能、すなわち、「UML 共同エディタ」において分散環境下にいる開発者によるモデル要素に対する編集と削除の操作状況に関するアウェアネス支援と、チャットにおける開発者の入力状態に関するアウェアネス支援を実現した。本論文で提案したアウェアネス支援機能の有効性を検証するために評価実験を行い、アウェアネス支援機能の有効性を示した。

Awareness Support in a Synchronous Distributed Collaborative Modeling Support System for UML Diagrams and Its Evaluation

Lijun Zheng[†] and Atsuo Hazeyama[†]

Abstract: Dourish and Bly wrote “awareness involves knowing who is “around”, what activities are occurring, who is talking; it provides a view of one another in the daily work environments.” However, natural awareness in synchronous work at the same place is lack in distributed environments. We will explore this problem in depth via studying Libra-on-Chat system, a synchronous collaborative modeling support system for UML diagrams, as well as making an improvement over it. In Libra-on-Chat system, the “collaborative editor of UML diagrams” is provided for the geographically distributed developers to work on UML collaborative modeling. Furthermore, Libra-on-Chat provides an additional communication support function that enables the developers to discuss interactively on the design policies of

the system to be developed. This paper discusses the issues on the awareness support by employing Libra-on-Chat system and develops new functions for awareness support to improve the system; awareness in editing and deleting a model element and awareness in inputting messages in the chat tool. The evaluation experiment indicated that: (1) the developers could work efficiently by considering others' working situations, (2) the developers could make a smooth communication by considering others' state of input in the chat tool. As a result, the new support system has proved to be effective through an evaluation experiment.

1. はじめに

近年のネットワークの普及に伴い、複数の参加者が分散環境下において共通の目的の下に協力して作業や学習を行う機会が増加した。そして、それらの協調活動を支援するためのシステムが数多く開発されてきた。協調作業を構成する重要な要素の一つにアウェアネスがある。アウェアネスとは「誰が周囲にいるのか」、「どんな活動が行われているのか」、「誰が話しているのか」、すなわち、作業環境におけるお互いのビューを提供するものである³⁾。しかし、同期・対面作業では当たり前のアウェアネスが分散環境では欠落しているため、分散環境下での作業においてアウェアネスの支援が必要となる。

本研究では UML ダイアグラムを対象とした同期型分散共同モデリング支援システムにおけるアウェアネス支援機能の実現と評価について述べる。

2. 関連研究

UML ダイアグラムを対象とした分散共同モデリング支援システムがいくつか開発されてきた^{1), 2), 4)}。

D-meeting では分散環境にいる開発者がリアルタイムでモデリングを行うことができる共同エディタを提供し、開発者に関するアウェアネス情報を提供している¹⁾。D-meeting におけるアウェアネス情報は、ある開発者がモデリングセッションに参加すると、彼らのアイコンが自動的にモデルセッションリストに加えられる。また、その開発者が何らかの動作をすると、その開発者のアイコンが赤く表示される。しかし、共同エディタで開発者はどこにいるか、何をしているかに関するアウェアネス情報を提供していない。

CoLeMo は、学生が UML モデリングを学ぶために開発されたシステムである²⁾。CoLeMo では UML ダイアグラムの作成、編集を共同で行うことができる。さらに、分散開発が行えるように学生が協調的に議論することができるチャットを備えている。

[†] 東京学芸大学大学院
Tokyo Gakuhei University

UMLには多くの規則がある。学生はこれらの規則の複雑さをUMLダイアグラム作成中に気がついていない可能性があるため、以下のようなアウェアネスを提供している。

- (1) 学生がUMLダイアグラムを作成するとき誤った操作がなされたら、なぜ誤った操作であるかの理由と正しい操作を説明したダイアログボックスを表示し、学生にアウェアネス情報を提示している
- (2) 効率的に協調学習を行うために、議論に積極的に参加していない学生のアクションを監視して、議論に参加しない不活発な学生に積極的な参加を促すダイアログボックスを提示している

しかし、実験のアンケートから、CoLeMoではアウェアネス情報を提示するダイアログボックスが頻繁に表示され、それが他のウィンドウより手前に表示されるため、参加者はボタンを押さなければ自分の開発を進められず、邪魔になっているという回答が得られている。

Libra-on-Chatは、地理的に分散した複数の開発者がチャットによるコミュニケーションを行いながら共同モデリングを行うことを支援するシステムである(図1)⁴⁾。複数の開発者がUMLダイアグラム中のモデル要素を共同で作成していく「UML共同エディタ」(図1の左のウィンドウ)、開発者がダイアグラム作成の過程でさまざまな議論を行うための「チャット」(図1の右のウィンドウ)を提供した。Libra-on-Chatではチャットの内容をUMLダイアグラムのモデル要素に関連付けることができ、また、会話の履歴を閲覧することも可能である。しかしながら、Libra-on-Chatはアウェアネス機能を備えていない。本研究ではLibra-on-Chatを対象としてアウェアネス支援の実現を目指す。

本研究が対象とする共同モデリング作業はコミュニケーション集約的な活動である。コミュニケーションにより開発者間の認識を一致させたり、設計上の意思決定を行ったりする。

分散環境下での同期型コミュニケーションツールとしてチャットが利用されている。チャットの代表的な例としてインスタントメッセージ⁵⁾があげられる。インスタントメッセージでは、発言する内容を考えながら発言入力を行い、発言入力を完了したらリターンキーを押す。それにより、入力していた発言が発言履歴上に表示され、そこで初めて発言内容が参加者全員に共有される。このため、そこまでの過程の“いつ発言を開始し、いつ発言を完了させたか”という発言過程が共有されない。また、自分以外のチャット参加者を読み手として考えた場合、チャットにおける聞き手(読み手)は、次に発言しようとしている発言者の発言が完了し発言履歴上に表示されるまでは、どのような内容が発言

されるのかを把握することができない⁵⁾。そこで、チャットに対するアウェアネス支援も必要となる。

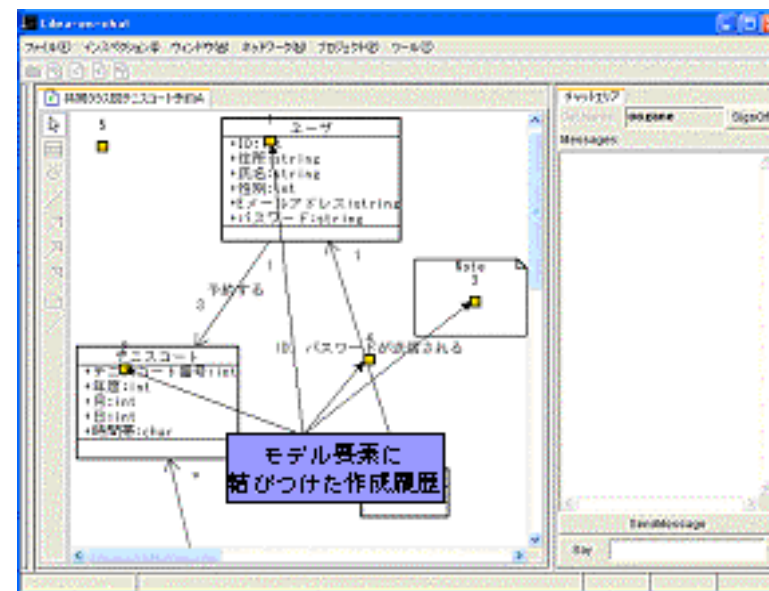


図1 Libra-on-Chatの画面例

3. アウェアネス支援機能の要件

Libra-on-Chatにおけるアウェアネス支援機能に関する要件を明確するために、利用実験を行った。大学院生1人と学部生2人の計3人により構成したグループに「図書管理システム」の課題を与え、Libra-on-Chatを用いて、分析段階のクラス図を作成するよう指示した。同期共同モデリング作業は30分とした。共同モデリング終了後、全被験者にLibra-on-Chatのアウェアネス情報として提供すべき点についてアンケート調査を行った。アンケートにより被験者から以下のコメントを得た。

- ・UML共同エディタで誰がどのモデル要素に対して操作しているかを知りたかった
 - ・自分が作成したモデル要素を突然誰かが削除したことは困った
 - ・他の人が今何をしているか分からないので発言のタイミングが取りづらい
- すなわち、開発者間で操作状況を把握することが困難である(文献6)で述べられている

「動作アウェアネス」の欠如」という問題があることがわかった。本研究では、D-meeting と CoLeMo の研究とテキストベースのチャットの問題点を踏まえるとともに、Libra-on-Chat に対して行った実験結果から明らかになったアウェアネス支援機能に関する以下の 2 つの要件を明確する。

(1) UML 共同エディタにおける動作アウェアネスの不足

UML 共同エディタで、各開発者はどこで何をしている(編集や削除)かという存在と動作を知ることはできない。

(2) チャットにおける動作アウェアネスの不足

チャットでは、発言者は次に発言する内容を考えて発言入力を行い、発言入力が完了したら、リターンキーを押す。それにより、入力していた発言が発言履歴上に表示され、そこで初めて発言内容が参加者全員に共有される。このため、そこまでの過程の“いつ発言を開始し、いつ発言を終了させたか”という発言入力動作過程が共有されない。

本研究では、この 2 つの側面から動作アウェアネス支援機能を開発する。

4. アウェアネス支援機能の開発

本節では前節で述べた要件を実現するアウェアネス支援機能について述べる。

4.1 UML 共同エディタにおけるアウェアネス支援機能

(1) UML 共同エディタにおける編集操作に関するアウェアネス支援機能

分散環境下にいる複数の開発者が同期で共同して UML ダイアグラムを編集するとき、ある開発者が UML 共同エディタで編集操作を行うと同時に「編集者名：編集中」(図 2)のような動作アウェアネスを他の開発者の UML 共同エディタに表示する。このアウェアネスは編集されているダイアグラムの横に表示される。このアウェアネスの表示により、開発者は誰がどこで編集しているのかが分かる。開発者の注意を喚起するために赤字で[編集者名：編集中]を表示する。開発者が編集を終了するまでこれを表示するため、同じダイアグラムに対する編集操作の競合を防ぐ。

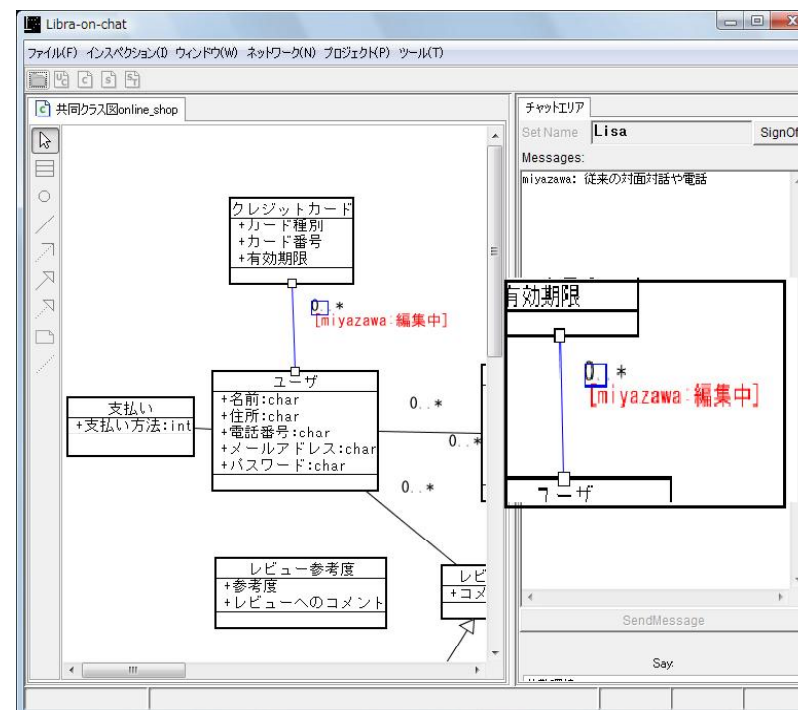


図 2 編集操作に関するアウェアネス支援

(2) UML 共同エディタにおける削除操作に関するアウェアネス支援機能

開発者が UML 共同エディタで何かを削除しようとするとき、全員に「削除確認」というダイアログボックスで知らせる(図 3)。参加者は自分の作業を中止してダイアログボックスの内容に注意しなければならない。削除確認について、全員が同意した場合、対象要素を削除できる。一方、1 人でも反対意見があったら削除することはできない。これにより、気がつかないうちに、モデル要素が削除されることを防ぐ。

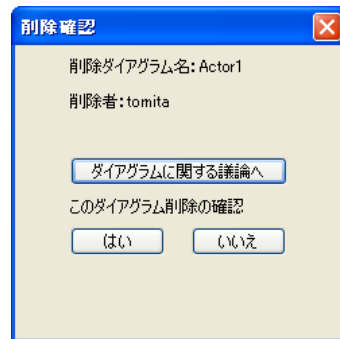


図3 削除確認ダイアログ画面

ダイアログボックスに削除対象の要素名, 削除のアクションを起こした者を表示する. また, 削除に関する議論が必要な場合には, ダイアログボックスにある「ダイアグラムに関する議論へ」のボタンを押すと, このダイアグラムに関する議論を行うことができる. これは削除の判断の参考になると考える.

4.2 チャットにおけるアウェアネス支援機能

ある開発者がチャットのメッセージ入力欄にメッセージを入力中の場合, 他者のウィンドウの下部に「…はメッセージを入力しています」という情報を表示する. これにより, 誰がコメントを入力中であるかを把握することができる. 図4は発言者が1人の場合のアウェアネスを示している. 図5は複数の発言者が同時に入力している場合であり, 「…と…はメッセージを入力しています」と表示される.

アウェアネス支援機能を実現するために, Sun の提供している JSST (Java Shared Data Toolkit) を使用した⁷⁾. JSST の Data クラスを介して, ユーザのアクション (編集, 削除, 入力) や UML ダイアグラムの情報などをデータとして送受信することでアウェアネス情報の通信を実現した.

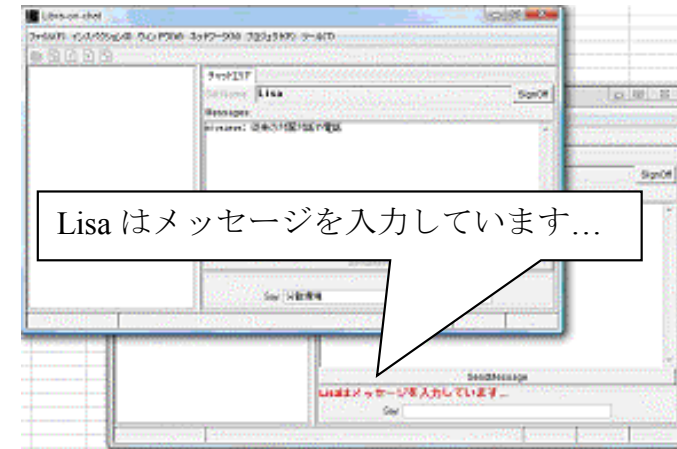


図4 入力者が1人の時のアウェアネス情報

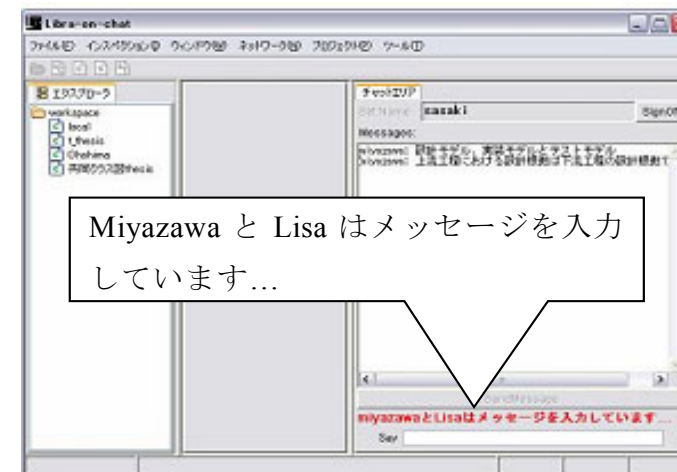


図5 入力者が複数人の時のアウェアネス情報

5. アウェアネス支援機能の評価実験

アウェアネス支援機能の有効性を検証するため、評価実験を行った。以下で、実験方法、結果と考察について述べる。

5.1 実験方法

被験者は大学院生1人、学部生5人の計6人で、3人ずつ2グループを構成した。「オンラインショップ」と「作問学習システム」の課題を与え、それぞれの分析段階のクラス図作成作業を依頼した(システムの規模はクラス数が10程度である)。各グループはアウェアネス支援機能「あり」と「なし」の2つのシステムを用いて実験を行った。各自でモデリング作業を30分行わせた後同期共同モデリング作業を60分行うよう指示した。地理的に分散した環境が必要なため、1つのグループの被験者3人は本学の3つの研究室という分散環境下で作業を行った。被験者の作業の様子をビデオで撮影した。共同モデリング終了後、全被験者にアンケート調査を行った。アンケート項目は以下の3間で4段階評価と定性的コメントを記述するよう依頼した。

- (1) UML 共同エディタで編集するとき、誰かが編集しているというアウェアネス情報を提示することは役に立ったと思いますか？
- (2) UML 共同エディタでダイアグラムを削除するとき、他の開発者への確認アウェアネスを提示することは役に立ったと思いますか？
- (3) チャットをするとき、他メンバーの入力状態を確認できるアウェアネス情報を提示することは役に立ったと思いますか？

5.2 結果

5.1節で述べたアンケート項目(1)から(3)に対する4段階評価の結果を図6に示す。図6のアンケート項目(1)の結果より、被験者全員が「編集中的アウェアネス情報が役に立ったと思う」と回答している。アンケート項目(2)の結果より、被験者全員が「削除確認アウェアネス情報を提示することは開発に役に立った」と回答している。また、アンケート項目(3)の結果より、「入力状態を確認できるアウェアネス情報の提示は役に立った」と回答している被験者が多いということがわかった。

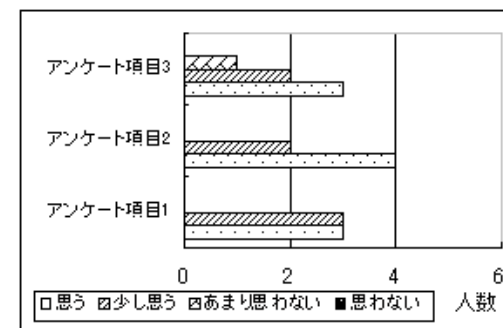


図6 アンケート結果

5.3 考察

アンケート結果から得られた評価を踏まえ、本研究で提案したアウェアネス支援機能の有効性を考察する。

(1) UML 共同エディタにおけるアウェアネス支援機能

実験のアンケートでモデル要素編集中的アウェアネス支援機能に対して、被験者は「誰が何をしているか、相手の動きがある程度わかったので効率よく分担して作業ができたと思う」、「複数のユーザが同一のクラスを操作しようとした際に、操作の競合を防ぐことができるためとても有効」のようなコメントをした。また、実験の様子を撮影した映像から、アウェアネス支援機能「なし」のシステムを利用したある被験者はモデル要素がグループメンバーに削除されたことに対して、「あ?」、「消した?」などの驚いた反応を示した。アウェアネス支援機能「あり」のシステムを利用した被験者は削除行動に関する口頭による反応はほとんどなかった。また、削除確認アウェアネスにより、被験者が気付かないうちにモデル要素が突然削除されることを防げることを確認した。

一方、「モデル要素の移動、相手のマウス位置などの情報を知ることができない」というさらなるアウェアネス支援の必要性が指摘された。

(2) チャットにおけるアウェアネス支援機能

被験者は「アウェアネス情報があると、相手の入力完了を待つ(相手の話を聞く)姿勢を自然と取れるので、議論をスムーズに進めることができた。」というコメントをした。

アウェアネス支援機能のないシステムを利用する場合、被験者は何か発言したい場合、発言を入力し、最後にリターンキーを押して発言を送信する。送信するまで他の被験者には入力している状態が伝わらない。このようなアウェアネス情報の欠如のため、重複

や割り込みが起こることがある。重複の例を図7に示す。被験者1の「審査委員長は使わないけど」に対して、次に被験者3が応答している。しかし被験者1は被験者3がメッセージを入力していることがわからないため、被験者1は次の発言を入力し始め、被験者3の応答と被験者1の発言が同時に送信されている。その結果、隣接ターン間で意味的な対応がとれなくなっている。

チャットに対してアウェアネス機能を導入することにより相手の入力状態がわかり、相手の発言を理解した上で、自分の次の発言をすることで会話をスムーズに進めることができた。このことからチャットによるコミュニケーションの内容が設計根拠として参照しやすいと期待される。

被験者 1: 審査委員長は使わないけど
被験者 3: 使わなければいいじゃん
被験者 1: 審査委員長は使わないけどいいのか?
被験者 2: 表示の問題ならあってもいいね
被験者 1: そういう問題か.

図7 チャットの履歴の例

6. おわりに

本論文では、UMLダイアグラムを対象とした同期型分散共同モデリング支援システムにおけるアウェアネス情報の要件を分析し、分析結果に基づく支援機能について述べた。実験の結果、本研究で提案したアウェアネス支援機能を持つシステムを用いた場合、

- ・ 他者の操作状況を参考にできたので効率的に作業ができた
- ・ 相手の入力完了を待つ（相手の話を聞く）姿勢が自然と取れるので会話を円滑に進めることができた

という結果が得られた。

一方、実験のアンケートのコメントにより本研究で提供したアウェアネス支援では足りないアウェアネス情報があることが指摘された。それは UML 共同エディタにおいて相手がどこにいるかすぐわかるアウェアネス情報、相手のマウス操作の動きも見えるアウェアネス情報である。これらの必要性を検討していきたい。

謝辞

システムの開発に際してアドバイスをいただいた大瓶佳秀氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) N. Boulila, A. H. Dutoit, and B. Brugge, D-Meeting: An Object-Oriented Framework for Supporting Distributing Modeling of Software, Proc. International Workshop on Global Software Development, in Conjunction with International Conference on Software Engineering, 2003.
- 2) W. Chen, and R. H. Pedersen, CoLeMo: A Collaborative Learning Environment for UML Modeling, Interactive Learning Environments, Vol. 14, No. 3, pp. 233-249, 2006.
- 3) P. Dourish, and S. Bly, Supporting Awareness in a Distributed Work Group, Proc. CHI'92, pp. 541-547, ACM Press, 1992.
- 4) 徐冬梅, 黒木純, 大瓶佳秀, 樋山淳雄: UML ダイアグラムとチャットを関連付けた分散共同モデリング支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 1, pp. 323-331, 2009.
- 5) 小倉加奈代, 西本一志, チャット対話における発言生成過程の分析, Proc. 18th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2004.
- 6) 白川浩司, 青木一郎, 澁川敏之, 松尾直樹, 河崎さおり, 藤波 努, ワークグループ支援システム: Nanpou System, <http://www.jaist.ac.jp/~fuji/papers/denki/kojis/paper.pdf>.
- 7) Java Shared Data Toolkit: <http://jsdt.dev.java.net/>.