

SOBA フレームワークにおける P2P ネットワーク上の同期機構の実現

林 良生[†] 角田 誠[‡] 篠田 直樹^{††} 中島 玲二^{*}

[†] オムロン株式会社 [‡] NTT コムウェア株式会社 ^{††} 財団法人京都高度技術研究所

^{*} 京都大学数理解析研究所

1 はじめに

近年のブロードバンドネットワークの急激な普及に伴い、その帯域能力を有効に利用できるアプリケーションの開発が望まれている。筆者らを含む SOBA プロジェクトでは、ブロードバンド上に P2P 接続されたコンピュータ間で、動的・リアルタイムなコミュニケーション/コラボレーションを行うアプリケーションのためのフレームワーク (SOBA フレームワーク, 以下 SOBA) の開発を行っている ([1, 2, 4])。本稿では、SOBA の概要を紹介し、SOBA の共有の概念の基礎となる同期機構について説明する。

2 SOBA の概要

SOBA はセッションと呼ばれる仮想的な共有空間を軸に構成される。セッションにはさまざまな役割を持ったユーザーが参加し、参加者はセッション内でさまざまなオブジェクトを共有することができる。例えば、塾アプリケーションにおけるセッションには、教師の役割を持つユーザーと生徒の役割を持つユーザーが参加し、ホワイトボードオブジェクトを共有する。

SOBA のセッションには、以下のような特徴がある。

セッションの構成が動的に変化する セッション参加者は、任意にセッションへの参加/退出や、セッションで共有されるオブジェクトの追加/削除を行うことができる。また、1つのセッションを分割したり、複数のセッションを統合して新しいセッションを構成することも可能である。この機構により、例えば塾セッションにおいて、生徒を複数のグループセッションに分割し、グループごとの共同作業

をしたのち、再び1つの教室セッションに統合しそれぞれの作業結果を発表し合うといったことが簡単に実現できる。

セッション内の操作の役割による制限 SOBA には、セッションや共有オブジェクトに対する操作を、ユーザの役割によって制限する機構が組み込まれている ([3])。この機構により、例えば塾セッションにおいて、セッションにユーザを招待したり教材を持ち込んだりできるユーザーを、教師の役割を持つユーザーに限るといったことが簡単に実現できる。

SOBA では、セッションにおける共有の体験を、全ての参加者の端末においてセッションと共有オブジェクトを等しい状態に保つことで実現する。セッションおよび共有オブジェクトは MVC モデルを基本にデザインされており、各ユーザーの端末に、セッションや共有オブジェクトのモデル、ビュー、コントローラがそれぞれ配置される。SOBA はモデルとコントローラを関連づけ、コントローラから発生するイベントを、全参加者の端末に存在するモデルのコピーに同じ順番で配信することを保証することで、各端末に配置されたモデル、すなわちセッションや共有オブジェクトの状態の同一性を確保する。

3 同期の実現方法

前節で述べたように、SOBA は以下を実現している。

- あるユーザーが発生させたイベントを、セッションに参加している全ユーザーに同じ順番で配信する
- 操作権限を持たないユーザーからのイベントをブロックする

これらを、P2P 上で接続されたネットワーク上で実現するために、SOBA では、「セッション (もしくは共有オブジェクト) マスター」と呼ばれるセッション参加

The synchronizing mechanism over P2P networking on the SOBA framework

Yoshio HAYASHI[†], Makoto KAKUTA[‡], Naoki SHINODA^{††}, Reiji NAKAJIMA^{*}

[†]OMRON corporation, [‡]NTT COMWARE corporation, ^{††}ASTM Research Institute of Kyoto, ^{*}Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University

者の中の特定のユーザーを利用する。セッションマスターとは、セッションに対するイベント処理の承認権限を持つユーザーである。SOBA では、セッションもしくは共有オブジェクトごとにマスターが常に唯一に定まることが保証されている。例えば、セッション作成時点のマスターは、それを作成したユーザーである。

セッション（共有オブジェクト）へのイベントは、*query* イベントという形で、いったんマスターに送られる。次に、マスターが認証・承認手続きを行った後、ユーザーのイベント処理が承認された場合にのみ、イベントが各参加者に配信される。

一方、前節で述べたように、SOBA の特徴として、セッションの構成（参加ユーザーや共有オブジェクトなど）が動的に変化する点があげられる。また、通常の P2P のアプリケーションにおいては、ユーザのネットワーク接続状況は C/S 形式に比べ頻繁に変化する傾向がある。これに対処するため、SOBA では、マスターが動的に変化する仕組みを実現している。以下は、(A) セッションマスターがセッションから退出する場合 (B) セッションマスターがネットワークから断線した場合のそれぞれにおけるマスター変更の手順について簡単に説明する。

(A) セッションマスターは、セッションから抜ける際に、以下の手順でマスターの変更を行う。

1. セッションマスターは、セッション操作の承認権限を持つ役割を持ったユーザーを一人特定する（マスター候補ユーザと呼ぶ）。ここで、承認権限を持つ役割を持ったユーザーが特定できなければ、マスターはセッションを解散する。
2. セッションマスターは、マスター候補ユーザに対し、新しくセッションマスターになってもらうように要請する。
3. 要請を受けたユーザは、自分がセッションマスターになれるかどうか確認して、なれば元のマスターに *ok* の返事を出し、自分がマスターになる。さらに、全参加ユーザに、セッションマスターが変更したことを通知する。自分がセッションマスターになれなければ、元のマスターに *ng* の返事を出す。
4. 元のセッションマスターは、マスター候補ユーザから *ok* の返事を受け取ればセッションから退出する。*ng* の返事を受け取った場合は、1 に戻り、次のマスター候補ユーザに対して同様の処理を行う。

(B) セッションマスターがネットワークから断線した場合は、(A) と同様にセッションマスターの変更処理が行われる。ただし以下の点で異なる。

- セッションマスターの断線を確認したユーザーが、マスター候補ユーザーの特定とセッションマスターの変更要請を行う。このユーザーを、マスター変更元ユーザーと呼ぶ。セッションマスターの断線は、セッションマスターへのメッセージ送信の失敗により確認される。
- マスター変更要請を受けたユーザは、元のセッションマスターにメッセージを送り、本当に断線しているか確認する。断線していない場合は、マスター変更元ユーザーに通知し、変更処理を終了させる。元のセッションマスターが断線している場合は、(A) と同様である。

4 まとめ

本稿では、SOBA の概要を紹介し、SOBA における同期の実現方法について説明した。SOBA は、P2P ネットワーク上に動的かつ役割をベースとする共有空間を提供することで、柔軟なアプリケーション開発を可能にするアプリケーションフレームワークである。SOBA の同期は、セッションの構成の変化に対応して動的に変更可能なイベント配信サーバーを利用して実現される。

今後は、SOBA 版上での動作検証を進めるとともに、モバイル環境への SOBA の対応を見据え、より対故障性機能を強化した同期機構の実現に向けて研究していきたいと考えている。

謝辞

本研究成果は文部科学省科学技術振興調整費研究「広帯域通信網上の仮想空間応用ソフトの研究」によるものである。

参考文献

- [1] 篠田 直樹, 中島 玲二: SOBA で P2P コラボレーションツール DIY, Software Design Jan, 2003
- [2] 伊藤 徹, 香川 考司, 角谷 良彦, Jacques Garrigue, 中野 圭介, 西村 進, 林 良生, 中島 玲二: SOBA に基づいた共著支援システム, 第 65 回情報処理学会全国大会
- [3] 渡辺 昌寛, 吉田 信明, 柴山 悦哉, 中島玲二: P2P アプリケーションフレームワーク SOBA のセキュリティ機構, 2003 年電子情報通信学会総合大会
- [4] SOBA プロジェクトホームページ
<http://www.soba-project.org/>